



①⑨ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 28 015 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
F 16 L 15/04

②① Aktenzeichen: 100 28 015.3
②② Anmeldetag: 6. 6. 2000
④③ Offenlegungstag: 18. 1. 2001

DE 100 28 015 A 1

③⑩ Unionspriorität:
137998 07. 06. 1999 US

⑦① Anmelder:
Shell Internationale Research Maatschappij B.V.,
Den Haag, NL

⑦④ Vertreter:
Dr. E. Jung, Dr. J. Schirdewahn, Dipl.-Ing. C.
Gernhardt, 80803 München

⑦② Erfinder:
Cook, Robert Lance, Katy, Tex., US; Brisco, David
Paul, Duncan, Okla., US; Stewart, R. Bruce, The
Hague, NL; Ring, Lev, Houston, Tex., US; Haut,
Richard Carl, Sugar Land, Tex., US; Mack, Robert D.,
Katy, Tex., US; Duell, Alan B., Duncan, Okla., US;
Filippov, Andrei Gregory, Katy, Tex., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Schmier- und Selbstreinigungssystem für Aufweitungsstern

⑤⑦ Die Erfindung betrifft eine aufweitbare Gewindeverbin-
dung mit einem ersten rohrförmigen Element, einem
zweiten rohrförmigen Element und einer Gewindeverbin-
dung zum Verbinden der rohrförmigen Elemente und ent-
haltend ein oder mehrere Dichtungselemente.

DE 100 28 015 A 1

Diese Erfindung betrifft allgemein Schachtbohrungs-Verschaltungen und insbesondere Schachtbohrungs-Verschaltungen, die unter Verwendung von aufweisbarem Rohrwerk bzw. aufweisbaren Rohren gebildet werden.

Wenn eine Schachtbohrung erzeugt wird, wird herkömmlich eine Anzahl von Verschaltungen in dem Bohrloch installiert, um ein Einbrechen der Bohrwand zu verhindern, und um ein unerwünschtes Ausströmen von Bohrfluid in die Formation oder ein Einstürzen von Fluid aus der Formation in das Bohrloch zu verhindern. Das Bohrloch wird in Zwischenräumen gebohrt, wobei eine Verschaltung, die in einem unteren Bohrlochzwischenraum installiert werden soll, durch eine vorab installierte Verschaltung eines oberen Bohrlochzwischenraums abgesenkt wird. Infolge dieses Vorgangs besitzt die Verschaltung des unteren Zwischenraums einen kleineren Durchmesser als die Verschaltung des oberen Zwischenraums. Die Verschaltungen befinden sich in ineinander gesteckter Anordnung, wobei die Verschaltungsdurchmesser in Abwärtsrichtung abnehmen. Zementringe sind zwischen den Außenseiten der Verschaltungen und der Bohrlochwand vorgesehen, um die Verschaltungen gegenüber der Bohrlochwand abzudichten. Infolge dieser ineinander gesteckten Anordnung ist ein relativ großer Bohrlochdurchmesser im oberen Teil der Schachtbohrung erforderlich. Ein derartiger großer Bohrlochdurchmesser bringt erhöhte Kosten aufgrund einer schweren Verschaltungs-Handhabungseinrichtung, großer Bohrspulen und großer Volumina von Bohrfluid und Bohrabfällen mit sich. Darüber hinaus ist eine erhöhte Bohrergerätenutzungszeit aufgrund des benötigten Zementpumpens, Zementaushärtens, erforderlicher Einrichtungsänderungen aufgrund großer Schwankungen bezüglich der Lochmesser, die im Verlauf des Schachts gebohrt werden, und der großen Volumina erforderlich, die gebohrt und entfernt werden müssen.

Herkömmlicherweise wird am Oberflächenende der Schachtbohrung ein Schachtkopf gebildet, der typischerweise eine Oberflächenverschaltung, eine Anzahl von Produktions- und/oder Bohrspulen, Ventilen und einen Weihnachtsbaum umfaßt. Typischerweise umfaßt der Schachtkopf außerdem eine konzentrische Anordnung von Verschaltungen, einschließlich einer Produktionsverschaltung sowie einer oder mehrerer Zwischenverschaltungen. Die Verschaltungen werden typischerweise abgestützt unter Verwendung von Lasttrageankern, die über Grund angeordnet sind. Die herkömmliche Auslegung und der herkömmliche Aufbau von Schachtköpfen sind teuer und komplex.

Herkömmlicherweise kann eine Schachtbohrungs-Verschaltung nicht während des Bohrens der Schachtbohrung ausgebildet werden. Typischerweise wird die Schachtbohrung gebohrt und daraufhin wird eine Schachtbohrungs-Verschaltung in dem neu gebohrten Abschnitt der Schachtbohrung installiert. Dies verzögert die Fertigstellung eines Schachtes.

Die vorliegende Erfindung zielt darauf ab, eine oder mehrere der Grenzen existierender Verfahren zum Ausbilden von Schachtbohrungen und Schachtköpfen zu überwinden.

Gemäß einem Aspekt schafft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Bilden einer Schachtbohrungs-Verschaltung, aufweisend die Schritte: Installieren einer rohrförmigen Auskleidung und eines Dorns in der Schachtbohrung, Einspritzen von Fluidmaterial in die Schachtbohrung und radiales Aufweiten der Auskleidung in der Schachtbohrung durch Pressen der Auskleidung weg von dem Dorn.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Bilden einer Schachtbohrungs-Verschaltung bereitgestellt, aufweisend

den Schritt: Bohren eines neuen Abschnitts der Schachtbohrung benachbart zu der bereits existierenden Verschaltung. Eine rohrförmige Auskleidung und ein Dorn werden daraufhin in dem neuen Abschnitt der Schachtbohrung plaziert, wobei die rohrförmige Auskleidung eine bereits existierende Verschaltung überlappt. Ein aushärtbares Fluidichtungsmaterial wird in einen ringförmigen Bereich zwischen der rohrförmigen Auskleidung und dem neuen Abschnitt der Schachtbohrung eingespritzt. Der ringförmige Bereich zwischen der rohrförmigen Auskleidung und dem neuen Abschnitt der Schachtbohrung wird daraufhin fluidmäßig von dem inneren Bereich der rohrförmigen Auskleidung unter dem Dorn isoliert. Ein nicht aushärtbares Fluidmaterial wird daraufhin in den inneren Bereich der rohrförmigen Auskleidung unter dem Dorn eingespritzt. Die rohrförmige Auskleidung wird von dem Dorn weggepreßt. Die Überlappung zwischen der rohrförmigen Auskleidung und der bereits existierenden Verschaltung wird abgedichtet. Die rohrförmige Auskleidung wird durch Überlappung mit der bereits existierenden Verschaltung abgestützt. Der Dorn wird aus dem Bohrloch entfernt. Die Unversehrtheit der Abdichtung der Überlappung zwischen der rohrförmigen Auskleidung und der bereits existierenden Verschaltung wird getestet. Zumindest ein Teil der zweiten Menge des aushärtbaren Fluidichtungsmaterials wird aus dem Innern der rohrförmigen Auskleidung entfernt. Die verbleibenden Teile des flüssigen aushärtbaren Fluidichtungsmaterials werden ausgehärtet. Zumindest ein Teil des ausgehärteten flüssigen aushärtbaren Dichtungsmaterials innerhalb der rohrförmigen Auskleidung wird entfernt.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Vorrichtung zum Aufweiten eines rohrförmigen Elements bereitgestellt, aufweisend ein Tragelement, einen Dorn, ein rohrförmiges Element und einen Schuh. Das Tragelement umfaßt einen ersten Fluiddurchlaß. Der Dorn ist mit dem Tragelement verbunden und umfaßt einen zweiten Fluiddurchlaß. Das rohrförmige Element ist mit dem Dorn verbunden. Der Schuh ist mit der rohrförmigen Auskleidung verbunden und umfaßt einen dritten Fluiddurchlaß. Die ersten, zweiten und dritten Fluiddurchlässe sind betriebsmäßig verbunden.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung zum Aufweiten eines rohrförmigen Elements, aufweisend ein Tragelement, einen aufweisbaren Dorn, ein rohrförmiges Element, einen Schuh und zumindest ein Dichtungselement. Das Tragelement umfaßt einen ersten Fluiddurchlaß, einen zweiten Fluiddurchlaß und ein Strömungssteuerungsventil, welches mit den ersten und zweiten Fluiddurchlässen verbunden ist. Der aufweisbare Dorn ist mit dem Tragelement verbunden und umfaßt einen dritten Fluiddurchlaß. Das rohrförmige Element ist mit dem Dorn verbunden und umfaßt ein oder mehrere Dichtungselemente. Der Schuh ist mit dem rohrförmigen Element verbunden und umfaßt einen vierten Fluiddurchlaß. Das zumindest eine Dichtungselement ist dazu ausgelegt, das Eindringen von Fremdmaterial in den inneren Bereich des rohrförmigen Elements zu verhindern.

Gemäß einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Verbinden eines zweiten rohrförmigen Elements mit einem ersten rohrförmigen Element, wobei das erste rohrförmige Element einen Innendurchmesser aufweist, der größer ist als der Außendurchmesser des zweiten rohrförmigen Elements, aufweisend die Schritte: Positionieren eines Dorns innerhalb eines inneren Bereichs des zweiten rohrförmigen Elements. Ein Teil des inneren Bereichs des zweiten rohrförmigen Elements wird unter Druck gesetzt, und das zweite rohrförmige Element wird von dem Dorn weg in Eingriff mit dem ersten rohrförmigen

Element gepreßt.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung eine rohrförmige Auskleidung, aufweisend ein ringförmiges Element mit einem oder mehreren Gleitelementen an einem Endabschnitt des ringförmigen Elements und ein oder mehrere Druckentlastungsdurchlässe an einem Endabschnitt des rohrförmigen Elements.

Gemäß einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung eine Schachtbohrungs-Verschalung, aufweisend eine rohrförmige Verkleidung und einen ringförmigen Körper aus einem ausgehärteten Fluid dichtungsmaterial. Die rohrförmige Auskleidung wird gebildet durch das Verfahren, die rohrförmige Auskleidung von dem Dorn wegzu-

pressen. Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine Rückbindungsauskleidung zum Auskleiden einer existierenden Schachtbohrungs-Verschalung vorgesehen, aufweisend eine rohrförmige Auskleidung und einen rohrförmigen Körper aus einem ausgehärteten Fluid dichtungsmaterial. Die rohrförmige Auskleidung wird gebildet durch das Verfahren, die rohrförmige Auskleidung von einem Dorn weg zu pressen. Der ringförmige Körper eines ausgehärteten Fluid dichtungsmaterials wird mit der rohrförmigen Auskleidung verbunden.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung zum Aufweiten eines rohrförmigen Elements, aufweisend ein Tragelement, einen Dorn, ein rohrförmiges Element und einen Schuh. Das Tragelement umfaßt einen ersten Fluid durchlaß. Der Dorn ist mit dem Tragelement verbunden. Der Dorn umfaßt einen zweiten Fluid durchlaß, der mit dem ersten Fluid durchlaß betriebsmäßig verbunden ist, und einen inneren Abschnitt sowie einen äußeren Abschnitt. Der innere Abschnitt des Dorns ist ausbohrbar. Das rohrförmige Element ist mit dem Dorn verbunden. Der Schuh ist mit dem rohrförmigen Element verbunden. Der Schuh umfaßt einen Fluid durchlaß, der mit dem zweiten Fluid durchlaß betriebsmäßig verbunden ist, und einen inneren Abschnitt und einen äußeren Abschnitt. Der innere Abschnitt des Schuhs ist ausbohrbar.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung einen Schachtkopf, aufweisend eine äußere Verschalung und mehrere konzentrische innere Verschalungen, die mit der äußeren Verschalung verbunden sind. Jede innere Verschalung ist durch Kontaktdruck zwischen der Außenseite der inneren Verschalung und einer Innenseite der äußeren Verschalung getragen.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung einen Schachtkopf, aufweisend eine äußere Verschalung, die zumindest teilweise innerhalb einer Schachtbohrung positioniert ist, und mehrere im wesentlichen konzentrische innere Verschalungen, die mit der Innenseite der äußeren Verschalung verbunden sind. Eine oder mehrere der inneren Verschalungen sind mit der äußeren Verschalung durch Aufweiten von einer oder mehreren der inneren Verschalungen in Kontakt mit zumindest einem Teil der Innenseite der äußeren Verschalung verbunden.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Bilden einer Schachtbohrung, aufweisend den Schritt: Bohren einer Schachtbohrung. Eine äußere Verschalung wird zumindest teilweise innerhalb des oberen Teils der Schachtbohrung positioniert. Ein zweites rohrförmiges Element wird innerhalb der äußeren Verschalung positioniert. Zumindest ein Teil des ersten rohrförmigen Elements wird in Kontakt mit einer Innenseite der äußeren Verschalung aufgeweitet. Ein zweites rohrförmiges Element wird innerhalb der ersten Verschalung und dem ersten rohrförmigen Element positioniert. Zumindest ein Teil des zweiten rohrförmigen Elements wird in

Kontakt mit dem inneren Teil der äußeren Verschalung aufgeweitet.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung, aufweisend ein äußeres rohrförmiges Element und mehrere im wesentlichen konzentrische und überlappende innere rohrförmige Elemente, die mit dem äußeren rohrförmigen Element verbunden sind. Jedes innere rohrförmige Element ist durch Kontaktdruck zwischen der Außenseite der inneren Verschalung und der Innenseite der äußeren Verschalung getragen.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung, aufweisend ein äußeres rohrförmiges Element und mehrere im wesentlichen konzentrische innere rohrförmige Elemente, die mit der Innenseite des äußeren rohrförmigen Elements durch den Prozeß verbunden sind, eines oder mehrere der inneren rohrförmigen Elemente in Kontakt mit zumindest einem Teil der Innenseite des äußeren rohrförmigen Elements aufzuweiten.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung eine Schachtbohrungs-Verschalung, aufweisend ein erstes rohrförmiges Element und ein zweites rohrförmiges Element, welches mit dem ersten rohrförmigen Element in überlappender Beziehung verbunden ist. Der Innendurchmesser des ersten rohrförmigen Elements ist im wesentlichen gleich dem Innendurchmesser des zweiten rohrförmigen Elements.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung eine Schachtbohrungs-Verschalung geschaffen, aufweisend ein rohrförmiges Element mit zumindest einem dünnen Wandabschnitt und einem dicken Wandabschnitt und einem zusammendrückbaren ringförmigen Element, welches mit jedem dünnen Wandabschnitt verbunden ist.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Erzeugen einer Verkleidung in einer Schachtbohrung, die in einer unterirdischen Formation angeordnet ist, aufweisend die Schritte: Abstützen einer rohrförmigen Auskleidung und eines Dorns in einer Schachtbohrung unter Verwendung eines Tragelements. Ein Fluidmaterial wird in die Schachtbohrung eingespritzt. Ein innerer Bereich des Dorns wird unter Druck gesetzt. Ein Teil des Dorns wird relativ zu dem Tragelement verschoben. Die rohrförmige Auskleidung wird aufgeweitet.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung eine Schachtbohrungverschalung, aufweisend ein erstes rohrförmiges Element mit einem ersten Innendurchmesser und ein zweites rohrförmiges Element mit einem zweiten Innendurchmesser, der im wesentlichen gleich dem ersten Innendurchmesser ist, verbunden mit dem ersten rohrförmigen Element in überlappender Beziehung. Die ersten und zweiten rohrförmigen Elemente sind miteinander durch den Prozeß verbunden, einen Teil des zweiten rohrförmigen Elements in Kontakt mit einem Teil des ersten rohrförmigen Elements zu verformen.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung zum Aufweiten eines rohrförmigen Elements, aufweisend ein Tragelement mit einem Fluid durchlaß, einem Dorn, der mit dem Tragelement beweglich verbunden ist, einschließlich einem Aufweitungskonus, zumindest eine Druckkammer, die durch das Tragelement und den Dorn festgelegt und zwischen diesen positioniert sind, der fluidmäßig mit dem ersten Fluid durchlaß verbunden ist, und einen oder mehrere lösbare Träger, die mit dem Tragelement verbunden und dazu ausgelegt sind, das rohrförmige Element abzustützen.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung, aufweisend ein

oder mehrere massive rohrförmige Elemente, wobei jedes massive rohrförmige Element eine oder mehrere externe Dichtungen aufweist, ein oder mehrere geschlitzte rohrförmige Elemente, die mit dem massiven rohrförmigen Elementen verbunden sind, und einen Schuh, der mit einem der geschlitzten rohrförmigen Elemente verbunden ist.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Verbinden eines zweiten rohrförmigen Elements mit einem ersten rohrförmigen Element, wobei das erste rohrförmige Element einen Innendurchmesser aufweist, der größer ist als der Außendurchmesser des zweiten rohrförmigen Elements, aufweisend den Schritt: Positionieren eines Dorns innerhalb eines inneren Bereichs des zweiten rohrförmigen Elements. Ein Teil des inneren Bereichs des Dorns wird unter Druck gesetzt. Der Dorn wird relativ zu dem zweiten rohrförmigen Element verschoben. Zumindest ein Teil des zweiten rohrförmigen Elements wird von dem Dorn weg in Eingriff mit dem ersten rohrförmigen Element gepreßt.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung, aufweisend ein oder mehrere massive Rohre, wobei jedes primäre massive Rohr eine oder mehrere ringförmige Dichtungen umfaßt, n geschlitzte Rohre, die mit dem primären massiven Rohren verbunden sind, n - 1 massive Zwischenrohre, die mit den Rohren verbunden und zwischen diesen verschachtelt sind bzw. ineinander gesteckt sind, wobei jedes massive Zwischenrohr eine oder mehrere externe ringförmige Dichtungen aufweist, und einen Schuh, der mit einem der geschlitzten Rohre verbunden ist.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Isolieren einer ersten unterirdischen Zone von einer zweiten unterirdischen Zone in einer Schachtbohrung, aufweisend: Das Positionieren von einem oder mehreren primären massiven Rohren in der Schachtbohrung, wobei die primären massiven Rohre die erste unterirdische Zone queren. Ein oder mehrere geschlitzte Rohre werden ebenfalls in der Schachtbohrung positioniert, wobei die geschlitzten Rohre die zweite unterirdische Zone queren. Die geschlitzten Rohre und die massiven Rohre werden fluidmäßig gekoppelt. Der Durchlaß von Fluiden von der ersten unterirdischen Zone zu der zweiten unterirdischen Zone innerhalb der Schachtbohrung außerhalb der massiven und geschlitzten Rohre wird verhindert.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Austragen von Materialien aus einer unterirdischen Produktionszone in einer Schachtbohrung, wobei zumindest ein Teil der Schachtbohrung eine Verschalung aufweist, aufweisend den Schritt: Positionieren von einem oder mehreren primären massiven Rohren innerhalb der Schachtbohrung. Die primären massiven Rohre werden mit der Verschalung fluidmäßig verbunden. Ein oder mehrere geschlitzte Rohre werden in der Brunnenbohrung positioniert, wobei die geschlitzten Rohre die unterirdische Produktionszone queren. Die geschlitzten Rohre werden fluidmäßig mit den massiven Rohren verbunden. Die unterirdische Produktionszone wird von zumindest einer weiteren unterirdischen Zone innerhalb der Schachtbohrung fluidmäßig isoliert. Zumindest eines der geschlitzten Rohre wird fluidmäßig von der unterirdischen Produktionszone getrennt.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Erzeugen einer Verschalung in einer Schachtbohrung, während zusätzlich bzw. außerdem die Schachtbohrung gebohrt wird, aufweisend die Schritte: Installieren einer rohrförmigen Auskleidung, eines Dorns und einer Bohranordnung in der

Schachtbohrung. Ein Fluidmaterial wird in die rohrförmige Auskleidung, in den Dorn, in die Bohranordnung eingespritzt. Zumindest ein Teil der rohrförmigen Auskleidung wird radial aufgeweitet, während die Schachtbohrung unter Verwendung der Bohranordnung gebohrt wird. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Einspritzen das Einspritzen von Fluidmaterial in eine aufweitbare Kammer.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung, aufweisend ein Tragelement, wobei das Tragelement einen ersten Fluiddurchlaß umfaßt, einen Dorn, der mit dem Tragelement verbunden ist, und einen zweiten Fluiddurchlaß umfaßt, ein rohrförmiges Element, welches mit dem Dorn verbunden ist und einen Schuh, der mit der rohrförmigen Auskleidung verbunden ist und einen dritten Fluiddurchlaß aufweist, und eine Bohranordnung, die mit dem Schuh verbunden ist, wobei die ersten, zweiten und dritten Fluiddurchlässe und die Bohranordnung betriebsmäßig verbunden sind.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Bilden einer unterirdischen Rohrleitung innerhalb eines unterirdischen Tunnels, aufweisend zumindest ein erstes rohrförmiges Element und ein zweites rohrförmiges Element, wobei das erste rohrförmige Element einen Innendurchmesser aufweist, der größer ist als der Außendurchmesser des zweiten rohrförmigen Elements, aufweisend die Schritte: Positionieren des ersten rohrförmigen Elements innerhalb des Tunnels, Positionieren des zweiten rohrförmigen Elements innerhalb des Tunnels in überlappender Beziehung mit dem ersten rohrförmigen Element, Positionieren eines Dorns und eine Bohranordnung innerhalb eines inneren Bereichs des zweiten rohrförmigen Elements, Einspritzen von Fluidmaterial in den Dorn, die Bohranordnung und das zweite rohrförmige Element, Pressen von zumindest einem Teil des rohrförmigen Elements weg von dem Dorn in Eingriff mit dem ersten rohrförmigen Element und Bohren des Tunnels.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung, aufweisend eine Schachtbohrung, wobei die Schachtbohrung durch den Prozeß gebildet ist, die Schachtbohrung zu bohren, und eine innere Verschalung, die innerhalb der Schachtbohrung angeordnet ist, wobei die rohrförmige Auskleidung gebildet ist durch den Prozeß, die rohrförmige Auskleidung von dem Dorn wegzupressen, während die Schachtbohrung gebohrt wird. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die rohrförmige Auskleidung gebildet durch den Prozeß: Platzieren der rohrförmigen Auskleidung und des Dorns innerhalb der Schachtbohrung und Unterdrucksetzen eines inneren Teils der rohrförmigen Auskleidung.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Bilden einer Schachtbohrungs-Verschalung in einer Schachtbohrung, aufweisend den Schritt: Ausbohren der Schachtbohrung, während die Schachtbohrungs-Verschalung gebildet wird.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Aufweiten eines rohrförmigen Elements, aufweisend die Schritte: Platzieren eines Dorns innerhalb des rohrförmigen Elements, Unterdrucksetzen eines ringförmigen Bereichs innerhalb des rohrförmigen Elements und Verschieben des Dorns relativ zu dem rohrförmigen Element.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Verbinden eines rohrförmigen Elements mit einer bereits existierenden Struktur, aufweisend: Positionieren des rohrförmigen Elements in überlappender Beziehung mit der bereits existierenden Struktur, Platzieren eines Dorns innerhalb des rohrförmigen Elements, Unterdrucksetzen eines ringförmigen

Bereichs innerhalb des rohrförmigen Elements und Verschieben des Dorns relativ zu dem rohrförmigen Element.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Reparieren eines Defekts in einer bereits existierenden Struktur unter Verwendung eines rohrförmigen Elements, aufweisend: Positionieren des rohrförmigen Elements in überlappender Beziehung mit dem Defekt in der bereits existierenden Struktur, Plazieren eines Dorns innerhalb des rohrförmigen Elements, Unterdrucksetzen eines ringförmigen Bereichs innerhalb des rohrförmigen Elements und Verschieben des Dorns relativ zu dem rohrförmigen Element.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung zum radialen Aufweiten eines rohrförmigen Elements, aufweisend ein erstes rohrförmiges Element, ein zweites rohrförmiges Element, welches innerhalb des ersten rohrförmigen Elements positioniert ist, ein drittes rohrförmiges Element, welches mit dem zweiten rohrförmigen Element verbunden und in diesem positioniert ist, ein erstes ringförmiges Dichtungselement zum Abdichten einer Grenzfläche zwischen den ersten und zweiten rohrförmigen Elementen, ein zweites rohrförmiges Dichtungselement zum Abdichten einer Grenzfläche zwischen den zweiten und dritten rohrförmigen Elementen und einen Dorn, der innerhalb des ersten rohrförmigen Elements positioniert und mit einem Ende des dritten rohrförmigen Elements verbunden ist.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung, aufweisend ein rohrförmiges Element, einen Kolben, der dazu ausgelegt ist, den Durchmesser des rohrförmigen Elements aufzuweiten, welches innerhalb des rohrförmigen Elements positioniert ist, und eine ringförmige Kammer, welche durch den Kolben und das rohrförmige Element festgelegt ist. Der Kolben umfaßt einen Durchlaß zum Fördern von Fluiden aus dem rohrförmigen Element hinaus.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung eine Schachtbohrungs-Verschaltung, aufweisend ein erstes rohrförmiges Element und ein zweites rohrförmiges Element, das mit dem ersten rohrförmigen Element verbunden ist. Das zweite rohrförmige Element ist mit dem ersten rohrförmigen Element verbunden durch den Prozeß: Positionieren des zweiten rohrförmigen Elements in überlappender Beziehung mit dem ersten rohrförmigen Element, Plazieren eines Dorns innerhalb des zweiten rohrförmigen Elements, Unterdrucksetzen eines ringförmigen Bereichs innerhalb des zweiten rohrförmigen Elements und Verschieben des Dorns relativ zu dem zweiten rohrförmigen Element.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung, aufweisend eine bereits existierende Struktur und ein rohrförmiges Element, welches mit der bereits existierenden Struktur verbunden ist. Das rohrförmige Element ist mit der bereits existierenden Struktur verbunden durch den Prozeß: Positionieren des rohrförmigen Elements in überlappender Beziehung mit der bereits existierenden Struktur, Plazieren eines Dorns innerhalb des rohrförmigen Elements, Unterdrucksetzen eines ringförmigen Bereichs innerhalb des rohrförmigen Elements und Verschieben des Dorns relativ zu dem rohrförmigen Element.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung, aufweisend eine bereits existierende Struktur mit einem defekten Abschnitt und ein rohrförmiges Element, welches mit dem defekten Abschnitt der bereits existierenden Struktur verbunden ist. Das rohrförmige Element ist mit dem defekten Abschnitt der bereits existierenden Struktur verbunden durch

den Prozeß: Positionieren des rohrförmigen Elements in überlappender Beziehung mit dem Defekt der bereits existierenden Struktur, Plazieren eines Dorns innerhalb des rohrförmigen Elements, Unterdrucksetzen eines ringförmigen Bereichs innerhalb des rohrförmigen Elements und Verschieben des Dorns relativ zu dem rohrförmigen Element.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Aufweiten eines rohrförmigen Elements, aufweisend die Schritte: Plazieren eines Dorns innerhalb des rohrförmigen Elements, Unterdrucksetzen eines Bereichs innerhalb des rohrförmigen Elements und Verschieben des Dorns relativ zu dem rohrförmigen Element.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Verbinden eines rohrförmigen Elements mit einer bereits existierenden Struktur, aufweisend: Positionieren des rohrförmigen Elements in überlappender Beziehung mit der bereits existierenden Struktur, Plazieren eines Dorns innerhalb des rohrförmigen Elements, Unterdrucksetzen eines inneren Bereichs mit dem rohrförmigen Element und Verschieben des Dorns relativ zu dem rohrförmigen Element.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Reparieren eines Defekts in einer bereits existierenden Struktur unter Verwendung eines rohrförmigen Elements, aufweisend: Positionieren des rohrförmigen Elements in überlappender Beziehung mit dem Defekt in der bereits existierenden Struktur, Plazieren eines Dorns innerhalb des rohrförmigen Elements, Unterdrucksetzen eines inneren Bereichs innerhalb des rohrförmigen Elements und Verschieben des Dorns relativ zu dem rohrförmigen Element.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung zum radialen Aufweiten eines rohrförmigen Elements, aufweisend ein erstes rohrförmiges Element, ein zweites rohrförmiges Element, das mit dem ersten rohrförmigen Element verbunden ist, ein drittes rohrförmiges Element, das mit dem zweiten rohrförmigen Element verbunden ist, und einen Dorn, der innerhalb des zweiten rohrförmigen Elements positioniert und mit einem Ende des dritten rohrförmigen Elements verbunden ist.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung, aufweisend ein rohrförmiges Element, einen Kolben, der dazu ausgelegt ist, den Durchmesser des rohrförmigen Elements aufzuweiten, der innerhalb des rohrförmigen Elements positioniert ist, wobei der Kolben einen Durchlaß zum Fördern von Fluiden aus dem rohrförmigen Element heraus aufweist.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung eine Schachtbohrungs-Verschaltung, aufweisend ein erstes rohrförmiges Element und ein zweites rohrförmiges Element, das mit dem ersten rohrförmigen Element verbunden ist. Das zweite rohrförmige Element ist mit dem ersten rohrförmigen Element durch den Prozeß verbunden: Positionieren des zweiten rohrförmigen Elements in überlappender Beziehung mit dem ersten rohrförmigen Element, Plazieren eines Dorns innerhalb des zweiten rohrförmigen Elements, Unterdrucksetzen eines inneren Bereichs innerhalb des zweiten rohrförmigen Elements und Verschieben des Dorns relativ zu dem zweiten rohrförmigen Element.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung, aufweisend eine bereits existierende Struktur und ein rohrförmiges Element, das mit der bereits existierenden Struktur verbunden ist. Das rohrförmige Element ist mit der bereits existierenden Struktur verbunden durch den Prozeß verbunden: Positionieren des

rohrförmigen Elements in überlappender Beziehung mit der bereits existierenden Struktur, Plazieren eines Dorns innerhalb des rohrförmigen Elements, Unterdrucksetzen eines inneren Bereichs innerhalb des rohrförmigen Elements und Verschieben des Dorns relativ zu dem rohrförmigen Element.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung, aufweisend eine bereits existierende Struktur mit einem defekten Abschnitt und ein rohrförmiges Element, das mit dem defekten Abschnitt der bereits existierenden Struktur verbunden ist. Das rohrförmige Element ist mit dem defekten Abschnitt der bereits existierenden Struktur verbunden durch den Prozeß: Positionieren des rohrförmigen Elements in überlappender Beziehung mit dem Defekt in der bereits existierenden Struktur, Plazieren eines Dorns innerhalb des rohrförmigen Elements, Unterdrucksetzen eines inneren Bereichs innerhalb des rohrförmigen Elements und Verschieben des Dorns relativ zu dem rohrförmigen Element.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung, aufweisend ein erstes rohrförmiges Element, ein zweites rohrförmiges Element und eine Gewindeverbindung bzw. Schraubverbindung zum Verbinden des ersten rohrförmigen Elements mit dem zweiten rohrförmigen Element. Die Gewindeverbindung umfaßt ein oder mehrere Dichtungselemente zum Abdichten der Grenzfläche zwischen den ersten und zweiten rohrförmigen Elementen.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung, aufweisend eine rohrförmige Anordnung mit einem ersten rohrförmigen Element, einem zweiten rohrförmigen Element und eine Gewindeverbindung zum Verbinden des ersten rohrförmigen Elements mit dem zweiten rohrförmigen Element. Die Gewindeverbindung umfaßt ein oder mehrere Dichtungselemente zum Abdichten der Grenzfläche zwischen den ersten und zweiten rohrförmigen Elementen. Die rohrförmige Anordnung ist gebildet durch den Prozeß: Radiales Aufweiten der rohrförmigen Anordnung.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung, aufweisend ein rohrförmiges Element und einen Dorn, der innerhalb des rohrförmigen Elements positioniert ist, das eine konische Oberfläche mit einem Angriffswinkel umfaßt, der von etwa 10 bis 30 Grad reicht.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnungen beispielhaft näher erläutert; es zeigen:

Fig. 1 eine fragmentarische Querschnittsansicht zur Verdeutlichung des Bohrens eines neuen Abschnitts eines Schachtbohrlochs,

Fig. 2 eine fragmentarische Querschnittsansicht zur Verdeutlichung der Plazierung einer Ausführungsform einer Vorrichtung zum Erzeugen einer Verschalung innerhalb des neuen Abschnitts des Schachtbohrlochs;

Fig. 3 eine fragmentarische Querschnittsansicht zur Verdeutlichung des Einspritzens einer ersten Menge eines Fluidmaterials in den neuen Abschnitt des Schachtbohrlochs,

Fig. 3a eine weitere fragmentarische Querschnittsansicht zur Verdeutlichung des Einspritzens einer ersten Menge eines aushärtbaren Fluiddichtungsmaterials in den neuen Abschnitt des Schachtbohrlochs,

Fig. 4 eine fragmentarische Querschnittsansicht zur Verdeutlichung des Einspritzens einer zweiten Menge eines Fluidmaterials in den neuen Abschnitt des Schachtbohrlochs,

Fig. 5 eine fragmentarische Querschnittsansicht zur Verdeutlichung des Ausbohrens eines Teils des ausgehärteten

aushärtbaren Fluiddichtungsmaterials aus dem neuen Abschnitt des zweiten Schachtbohrlochs,

Fig. 6 eine Querschnittsansicht einer Ausführungsform der Überlappungsverbindung zwischen benachbarten rohrförmigen Elementen,

Fig. 7 eine fragmentarische Querschnittsansicht einer bevorzugten Ausführungsform der Vorrichtung zur Erzeugung einer Verschalung innerhalb des Schachtbohrlochs,

Fig. 8 eine fragmentarische Querschnittsansicht der Plazierung eines aufgeweiteten rohrförmigen Elements innerhalb eines weiteren rohrförmigen Elements,

Fig. 9 eine Querschnittsansicht einer bevorzugten Ausführungsform einer Vorrichtung zum Bilden einer Verschalung mit einem ausbohrbaren Dorn und einem Schuh,

Fig. 9a eine weitere Querschnittsansicht der Vorrichtung von **Fig. 9**,

Fig. 9b eine weitere Querschnittsansicht der Vorrichtung von **Fig. 9**,

Fig. 9c eine weitere Querschnittsansicht der Vorrichtung von **Fig. 9**,

Fig. 10a eine Querschnittsansicht einer Schachtbohrung mit einem Paar von benachbarten überlappenden Verschalungen,

Fig. 10b eine Querschnittsansicht einer Vorrichtung und eines Verfahrens zur Erzeugung einer Rückbindungsauskleidung unter Verwendung eines aufweitbaren rohrförmigen Elements,

Fig. 10c eine Querschnittsansicht des Pumpens von Fluiddichtungsmaterial in den ringförmigen Bereich zwischen dem rohrförmigen Element und der existierenden Verschalung,

Fig. 10d eine Querschnittsansicht zur Verdeutlichung des Unterdrucksetzens des Innern des rohrförmigen Elements unterhalb des Dorns,

Fig. 10e eine Querschnittsansicht zur Verdeutlichung des Pressens des rohrförmigen Elements weg von dem Dorn,

Fig. 10f eine Querschnittsansicht der Rückbindungsauskleidung vor Ausbohren des Schuhs und eines Dichtungsrings (Dichtstücke),

Fig. 10g eine Querschnittsansicht der fertiggestellten Rückbindungsauskleidung, erzeugt unter Verwendung des aufweitbaren rohrförmigen Elements,

Fig. 11a eine fragmentarische Querschnittsansicht zur Verdeutlichung des Bohrens eines neuen Abschnitts eines Schachtbohrlochs,

Fig. 11b eine fragmentarische Querschnittsansicht zur Verdeutlichung des Plazierens einer Ausführungsform einer Vorrichtung zum Aufhängen einer Verschalung innerhalb des neuen Abschnitts des Schachtbohrlochs,

Fig. 11c eine fragmentarische Querschnittsansicht zur Verdeutlichung des Einspritzens einer ersten Menge von aushärtbarem Fluiddichtungsmaterial in den neuen Abschnitt des Schachtbohrlochs,

Fig. 11d eine fragmentarische Querschnittsansicht des Einführens eines Wischerankers in den neuen Abschnitt des Brunnenbohrlochs,

Fig. 11e eine fragmentarische Querschnittsansicht zur Verdeutlichung des Einspritzens einer zweiten Menge von aushärtbarem Fluiddichtungsmaterial in den neuen Abschnitt des Schachtbohrlochs,

Fig. 11f eine fragmentarische Querschnittsansicht der Vervollständigung der rohrförmigen Auskleidung,

Fig. 12 eine Querschnittsansicht einer bevorzugten Ausführungsform eines Schachtkopfsystems unter Verwendung von aufweitbarer rohrförmiger Elemente,

Fig. 13 eine Querschnittsteilansicht einer bevorzugten Ausführungsform des Schachtkopfsystems von **Fig. 12**,

Fig. 14a eine Darstellung der Ausbildung einer Ausfüh-

rungsform einer Schachtbohrungsauskleidung mit einheitlichem bzw. einem einzigen Durchmesser,

Fig. 14b eine weitere Darstellung der Ausbildung der Schachtbohrungsverschalung mit einheitlichem Durchmesser,

Fig. 14c eine weitere Darstellung der Ausbildung der Schachtbohrungsverschalung mit einheitlichem Durchmesser,

Fig. 14d eine weitere Darstellung der Ausbildung der Schachtbohrungsverschalung mit einheitlichem Durchmesser,

Fig. 14e eine weitere Darstellung der Ausbildung der Schachtbohrungsverschalung mit einheitlichem Durchmesser,

Fig. 14f eine weitere Darstellung der Ausbildung der Schachtbohrungsverschalung mit einheitlichem Durchmesser,

Fig. 15 eine Darstellung einer Ausführungsform einer Vorrichtung zum Aufweiten eines rohrförmigen Elements,

Fig. 15a eine weitere Darstellung der Vorrichtung von **Fig. 15**,

Fig. 15b eine weitere Darstellung der Vorrichtung von **Fig. 15**,

Fig. 16 eine Darstellung einer Ausführungsform einer Vorrichtung zur Bildung einer Schachtbohrungsauskleidung mit einheitlichem Durchmesser,

Fig. 17 eine Darstellung einer Ausführungsform einer Vorrichtung zum Aufweiten eines rohrförmigen Elements,

Fig. 17a eine weitere Darstellung der Vorrichtung von **Fig. 16**,

Fig. 17b eine weitere Darstellung der Vorrichtung von **Fig. 16**,

Fig. 18 eine Darstellung einer Ausführungsform einer Vorrichtung zum Bilden einer Schachtbohrungsverschalung mit einheitlichem Durchmesser,

Fig. 19 eine Darstellung einer weiteren Ausführungsform einer Vorrichtung zum Aufweiten eines rohrförmigen Elements,

Fig. 19a eine weitere Darstellung der Vorrichtung von **Fig. 17**,

Fig. 19b eine weitere Darstellung der Vorrichtung von **Fig. 17**,

Fig. 20 eine Darstellung einer Ausführungsform einer Vorrichtung zum Ausbilden einer Schachtbohrungsverschalung mit einheitlichem Durchmesser,

Fig. 21 eine Darstellung der Isolation von unterirdischen Zonen unter Verwendung aufweiterbarer Rohre,

Fig. 22a eine fragmentarische Querschnittsansicht einer Ausführungsform einer Vorrichtung zum Bilden einer Schachtbohrungsverschalung, während einer Schachtbohrung gebohrt wird,

Fig. 22b eine weitere fragmentarische Querschnittsansicht der Vorrichtung von **Fig. 22a**,

Fig. 22c eine weitere fragmentarische Querschnittsansicht der Vorrichtung von **Fig. 22a**,

Fig. 22d eine weitere fragmentarische Querschnittsansicht der Vorrichtung von **Fig. 22a**,

Fig. 23a eine fragmentarische Querschnittsansicht zur Darstellung einer Ausführungsform einer Vorrichtung und eines Verfahrens zum Aufweiten von rohrförmigen Elementen,

Fig. 23b eine weitere fragmentarische Querschnittsansicht der Vorrichtung von **Fig. 23a**,

Fig. 23c eine weitere fragmentarische Querschnittsansicht der Vorrichtung von **Fig. 23a**,

Fig. 24a eine fragmentarische Querschnittsansicht einer Ausführungsform einer Vorrichtung und eines Verfahrens zum Aufweiten von rohrförmigen Elementen,

Fig. 24b eine weitere fragmentarische Querschnittsansicht der Vorrichtung von **Fig. 24a**,

Fig. 24c eine weitere fragmentarische Querschnittsansicht der Vorrichtung von **Fig. 24a**,

Fig. 24d eine weitere fragmentarische Querschnittsansicht der Vorrichtung von **Fig. 24a**,

Fig. 24e eine weitere fragmentarische Querschnittsansicht der Vorrichtung von **Fig. 24a**,

Fig. 25 eine Querschnittsteilansicht eines Aufweitungsdoms zum Aufweiten eines rohrförmigen Elements,

Fig. 26 eine graphische Darstellung der Beziehung zwischen dem sich ausbreitenden Druck und dem Angriffswinkel des Aufweitungsdoms,

Fig. 27 eine Querschnittsansicht einer Ausführungsform eines aufweitbaren Verbinders,

Fig. 28 eine Querschnittsansicht einer weiteren Ausführungsform eines aufweitbaren Verbinders,

Fig. 29 eine Querschnittsansicht einer weiteren Ausführungsform eines aufweitbaren Verbinders,

Fig. 30 eine Querschnittsansicht einer weiteren Ausführungsform eines aufweitbaren Verbinders.

Erläutert werden eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Bilden einer Schachtbohrungsverschalung in einer unterirdischen Formation. Die Vorrichtung und das Verfahren erlauben die Bildung einer Schachtbohrungsverschalung in einer unterirdischen Formation durch Platzieren eines rohrförmigen Elements und eines Dorns in einem Abschnitt einer Schachtbohrung, und daraufhin durch Pressen des rohrförmigen Elements weg von dem Dorn durch Unterdrucksetzen eines inneren Teils des rohrförmigen Elements. Die Vorrichtung und das Verfahren erlauben außerdem, daß benachbarte rohrförmige Elemente in der Schachtbohrung verbunden werden unter Verwendung einer Überlappungsverbindung, welche einen Fluid- und/oder Gasdurchlaß verhindert. Die Vorrichtung und das Verfahren erlauben es außerdem, daß ein neues rohrförmiges Element durch ein existierendes rohrförmiges Element abgestützt wird, indem ein neues rohrförmiges Element in Eingriff mit einem existierenden rohrförmigen Element aufgeweitet wird. Die Vorrichtung und das Verfahren minimieren außerdem die Verringerung der Lochgröße der Schachtbohrungsverschalung, hervorgerufen durch das Hinzufügen neuer Abschnitte einer Schachtbohrungsverschalung.

Eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Bilden einer Rückbindungsauskleidung unter Verwendung eines aufweitbaren rohrförmigen Elements sind außerdem vorgesehen. Die Vorrichtung und das Verfahren erlauben es, daß eine Rückbindungsauskleidung erzeugt wird durch Pressen eines rohrförmigen Elements weg von einem Dorn durch Unterdrucksetzen eines inneren Abschnitts des rohrförmigen Elements. Auf diese Weise wird eine Rückbindungsauskleidung erzeugt. Die Vorrichtung und das Verfahren erlauben es außerdem, daß benachbarte rohrförmige Elemente in der Schachtbohrung verbunden werden unter Verwendung einer Überlappungsverbindung, welche verhindert, daß Fluid und/oder Gas hindurchtreten. Die Vorrichtung und das Verfahren erlauben es außerdem, daß ein neues rohrförmiges Element durch ein existierendes rohrförmiges Element abgestützt wird, indem das neue rohrförmige Element in Eingriff mit dem existierenden rohrförmigen Element aufgeweitet wird.

Außerdem werden eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Aufweiten eines rohrförmigen Elements erläutert, die ein aufweitbares rohrförmiges Element, einen Dorn und einen Schuh umfassen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform bestehen die inneren Abschnitte der Vorrichtung aus Materialien, die es erlauben, daß innere Abschnitte entfernt werden unter Verwendung einer herkömmlichen Bohr-

vorrichtung. Auf diese Weise kann im Fall einer Fehlfunktion eines lochabwärtigen Bereichs die Vorrichtung problemlos entfernt werden.

Erläutert werden außerdem eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Aufhängen bzw. Abhängen einer aufweitbaren rohrförmigen Auskleidung in einer Schachtbohrung. Die Vorrichtung und das Verfahren erlauben es, daß eine rohrförmige Auskleidung an einem existierenden Abschnitt der Verschalung angebracht wird. Die Vorrichtung und das Verfahren sind außerdem anwendbar auf das Verbinden von rohrförmigen Elementen im allgemeinen.

Eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Bilden eines Schachtkopfsystems werden außerdem erläutert. Das Verfahren und die Vorrichtung erlauben es, daß ein Schachtkopf gebildet wird, enthaltend eine Anzahl von aufweitbaren rohrförmigen Elementen, die in einer konzentrischen Anordnung positioniert werden. Die Schachtbohrung umfaßt bevorzugt eine äußere Verschalung, welche mehrere konzentrische Verschalungen unter Verwendung eines Kontaktdrucks zwischen den inneren Verschalungen und der äußeren Verschalung abstützt. Das resultierende Schachtkopfsystem beseitigt zahlreiche der herkömmlicherweise erforderlichen Spulen, verringert die Höhe des Weihnachtsbaums unter Erleichterung der Bedingung, verringert die Lasttragflächen bzw. -bereiche des Schachtkopfs, was zu einem stabileren System führt, und teure und aufwendige Aufhängungssysteme vermeidet.

Ferner werden erläutert eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Bilden einer Schachtverschalung mit einheitlichem Durchmesser. Die Vorrichtung und das Verfahren erlauben die Erzeugung einer Schachtverschalung in einer Schachtbohrung mit im wesentlichen konstantem Innendurchmesser. Auf diese Weise wird der Betrieb eines Öl- oder Gas-schachtes stark vereinfacht.

Eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Aufweiten von rohrförmigen Elementen werden außerdem erläutert. Die Vorrichtung und das Verfahren verwenden eine Kolben-Zylinder-Konfiguration, in welcher eine Druckkammer verwendet wird, um einen Dorn anzutreiben, damit dieser rohrförmige Elemente radial aufweitet. Auf diese Weise können höhere Betriebsdrücke eingesetzt werden. Durch den radialen Aufweitungsprozeß wird das rohrförmige Element unter keinen Umständen in direkten Kontakt mit den Betriebsdrücken gebracht. Auf diese Weise wird eine Beschädigung des rohrförmigen Elements verhindert, während außerdem eine gesteuerte radiale Aufweitung des rohrförmigen Elements in der Schachtbohrung möglich ist.

Erläutert werden ferner eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Bilden einer Schachtbohrungs-Verschalung mit einheitlichem Durchmesser. Die Vorrichtung und das Verfahren verwenden eine Kolben-Zylinder-Konfiguration, in welcher eine Druckkammer verwendet wird, um einen Dorn anzutreiben, damit dieser rohrförmige Elemente radial aufweitet. Auf diese Weise können höhere Betriebsdrücke eingesetzt werden. Durch den radialen Aufweitungsprozeß wird das rohrförmige Element niemals in direktem Kontakt mit den Betriebsdrücken gebracht. Auf diese Weise wird eine Beschädigung des rohrförmigen Elements verhindert, während außerdem eine gesteuerte radiale Aufweitung des rohrförmigen Elements in der Schachtbohrung ermöglicht wird.

Erläutert werden ferner eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Isolieren von einer oder mehreren unterirdischen Zonen von einer oder mehreren anderen unterirdischen Zonen. Die Vorrichtung und das Verfahren erlauben es, daß eine Produktionszone von einer Nicht-Produktionszone isoliert wird unter Verwendung einer Kombination von massiven und geschlitzten Rohren. In der Produktionsbetriebsart können die Lehren der vorliegenden Offenbarung genutzt

werden in Kombination mit einer herkömmlichen bekannten Produktionsvervollständigungseinrichtung und Verfahren unter Verwendung von Dichtstücken, massivem Rohrwerk, perforiertem Rohrwerk und Gleitbuchsen, die in die offenbarte Vorrichtung eingeführt werden, um die Vereinigung und/oder Isolation der unterirdischen Zonen mit bzw. voneinander zu ermöglichen.

Erläutert werden ferner eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Bilden einer Schachtbohrungs-Verschalung, während die Schachtbohrung vorgetrieben bzw. gebohrt wird. Auf diese Weise kann die Schachtbohrungs-Verschalung gleichzeitig mit dem Ausbohren eines neuen Brunnenabschnitts gebildet werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die Vorrichtung und das Verfahren in Kombination mit einer oder mehreren Vorrichtungen und Verfahren verwendet, die in der vorliegenden Offenbarung offenbart werden zum Bilden von Schachtbohrungs-Verschalungen unter Verwendung aufweitbarer Rohre. Alternativ können das Verfahren und die Vorrichtung verwendet werden, um eine Rohrleitung oder ein Tunnel in zeitlich effizienter Weise zu erzeugen.

Erläutert wird ferner ein aufweiterbarer Verbinder. Gemäß einer bevorzugten Implementation wird der aufweitere Verbinder zur Verbindung mit einer oder mehreren der offenbarten Ausführungsformen zum Aufweiten von rohrförmigen Elementen eingesetzt. Auf diese Weise wird die Aufweitung von mehreren rohrförmigen Elementen, die miteinander verbunden werden, unter Verwendung des aufweiterbaren Verbinders, optimiert.

In mehreren alternativen Ausführungsformen werden die Vorrichtung und das Verfahren verwendet, um Schachtbohrungs-Verschalungen, Rohrleitungen und/oder strukturelle Stützen bzw. Träger zu bilden.

Zunächst wird unter Bezug auf **Fig. 1** bis **5** eine Ausführungsform einer Vorrichtung und eines Verfahrens zum Bilden einer Schachtbohrungs-Verschalung in einer unterirdischen Formation erläutert. Wie in **Fig. 1** gezeigt, ist eine Schachtbohrung **100** in einer unterirdischen Formation **105** angeordnet bzw. positioniert. Die Schachtbohrung **100** umfaßt einen existierenden verschalteten Abschnitt **110** mit einer rohrförmigen Auskleidung **115** und einer ringförmigen äußeren Zementschicht **120**.

Um die Schachtbohrung **100** in die unterirdische Formation **105** vorzutreiben, wird in an sich bekannter Weise ein Bohrgestänge **125** verwendet, um Material aus der unterirdischen Formation **105** zur Bildung eines neuen Abschnitts **130** zu bohren.

Wie in **Fig. 2** gezeigt, wird daraufhin eine Vorrichtung **200** zum Bilden einer Schachtbohrungs-Verschalung in einer unterirdischen Formation in dem neuen Abschnitt **130** der Schachtbohrung **100** positioniert. Die Vorrichtung **200** umfaßt bevorzugt einen aufweiterbaren Dorn bzw. einen Molch **205**, ein rohrförmiges Element **210**, einen Schuh **215**, eine untere Becherdichtung **220**, eine obere Becherdichtung **225**, einen Fluiddurchlaß **230**, einen Fluiddurchlaß **235**, einen Fluiddurchlaß **240**, Dichtungen **245** und ein Tragelement **250**.

Der aufweitere Dorn **205** ist mit dem Tragelement **250** verbunden und durch dieses getragen bzw. abgestützt. Der aufweitere Dorn **205** ist bevorzugt dazu ausgelegt, in radialer Richtung gesteuert aufzuweiten. Der aufweitere Dorn **205** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen aufweiterbaren Dornen umfassen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. In der bevorzugten Ausführungsform umfaßt der aufweitere Dorn **205** ein hydraulisches Aufweitungs-werkzeug, wie etwa in der US-A-5 348 095 offenbart, deren Inhalt hiermit unter Bezugnahme zum Gegenstand der vor-

liegenden Erfindung erklärt wird, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Erfindung.

Das rohrförmige Element **210** wird durch den aufweitbaren Dorn **205** getragen bzw. abgestützt. Das rohrförmige Element **210** wird in der radialen Richtung aufgeweitet durch den aufweitbaren Dorn **205** und von diesem weggepreßt. Das rohrförmige Element **210** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods (OCTG), aus Chrom-13-Edelstahl-Rohr/Verschalung oder aus Kunststoffrohr/Verschalung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das rohrförmige Element **210** aus OCTG hergestellt, um die Festigkeit nach der Aufweitung maximal zu gestalten. Die Innen- und Außendurchmesser des rohrförmigen Elements **210** können beispielsweise von ungefähr 0,75 bis 47 Inch bzw. 1,05 bis 48 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reichen die Innen- und Außendurchmesser des rohrförmigen Elements **210** von etwa 3 bis 15,5 Inch bzw. 3,5 bis 16 Inch, um in optimaler Weise einen minimalen Teleskopiereffekt in den meisten üblicherweise gebohrten Schachtbohrungsgrößen zu erhalten. Das rohrförmige Element **210** kann bevorzugt ein massives Element umfassen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Endabschnitt **260** des rohrförmigen Elements **210** geschlitzt, perforiert oder anderweitig modifiziert, um den Dorn **205** einzufangen oder zu verzögern, wenn er das Aufweiten des rohrförmigen Elements **210** beendet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Länge des rohrförmigen Elements **210** begrenzt, um die Gefahr von Knicken zu minimieren. Für typische Materialien des rohrförmigen Elements **210** ist die Länge des rohrförmigen Elements **210** bevorzugt begrenzt auf zwischen etwa 40 bis 20.000 Fuß Länge.

Der Schuh **215** ist mit dem aufweitbaren Dorn **205** und dem rohrförmigen Element **210** verbunden. Der Schuh **215** umfaßt Fluiddurchlässe **240**. Der Schuh **215** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Schuhen umfassen, wie etwa beispielsweise einen Super-Seal-II-Schwimmschuh, einen Super-Seal-II-Down-Jet-Schwimmschuh oder einen Führungsschuh mit einer Dichtungsbuchse für einen Verriegelungsstopfen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Schuh **215** einen Aluminium-Down-Jet-Führungsschuh mit einer Dichtungsbuchse für einen Verriegelungsstopfen, erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung, um in optimaler Weise das rohrförmige Element **210** in der Schachtbohrung zu führen, um in optimaler Weise eine angemessene Abdichtung zwischen den Innen- und Außendurchmessern der Überlappingsverbindung zwischen den rohrförmigen Elementen bereitzustellen, und um in optimaler Weise ein vollständiges Ausbohren des Schuhs und Stopfens nach Beendigung der Zementierungs- und Aufweitungsvorgänge zu ermöglichen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Schuh **215** eine oder mehrere Durchgangs- und Seitenauslaßöffnungen, die in Fluidverbindung mit dem Fluiddurchlaß **240** stehen. Auf diese Weise spritzt der Schuh **215** in optimaler Weise aushärtbares Fluidabdichtungsmaterial in den Bereich außerhalb des Schuhs **215** und des rohrförmigen Elements **210**. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Schuh **215** den Fluiddurchlaß **240** mit einer Einlaßgeometrie, die geeignet ist, einen Anker und/oder ein Kugeldichtungselement aufzunehmen. Auf diese Weise kann der Fluiddurchlaß **240** in optimaler Weise abgedichtet werden durch Einführen eines Stopfens, eines Ankers und/oder

von Kugeldichtungselementen in den Fluiddurchlaß **230**.

Die untere Becherdichtung **220** ist mit dem Tragelement verbunden und durch dieses abgestützt. Die untere Becherdichtung **220** verhindert, daß Fremdmaterialien in den inneren Bereich des rohrförmigen Elements **210** benachbart zu dem aufweitbaren Dorn **205** eindringt. Die untere Becherdichtung **220** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Becherdichtungen umfassen, wie etwa beispielsweise TP-Becher, Selective-Injection-Packer(SIP)-Becher, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die untere Becherdichtung **220** eine SIP-Becherdichtung, erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas, um in optimaler Weise Fremdmaterial zu blockieren und um einen Schmiermittellekörper aufzunehmen.

Die obere Becherdichtung **225** ist mit dem Tragelement **250** verbunden und durch dieses abgestützt. Die obere Becherdichtung **225** verhindert, daß Fremdmaterialien in den inneren Bereich des rohrförmigen Elements **210** eintreten. Die obere Becherdichtung **225** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Becherdichtungen umfassen, beispielsweise TP-Becher oder SIP-Becher, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die obere Becherdichtung **225** einen SIP-Becher, erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas, um in optimaler Weise das Eindringen von Fremdmaterialien zu blockieren und einen Schmiermittellekörper aufzunehmen.

Der Fluiddurchlaß **230** erlaubt es, daß Fluidmaterialien zum inneren Bereich des rohrförmigen Elements **210** unter dem aufweitbaren Dorn **215** und aus diesem heraus transportiert werden. Der Fluiddurchlaß **230** ist mit dem Tragelement **250** und dem aufweitbaren Dorn **205** verbunden und darin positioniert. Der Fluiddurchlaß **230** erstreckt sich bevorzugt ausgehend von einer Position benachbart zur Oberseite bis zum Boden des aufweitbaren Dorns **205**. Der Fluiddurchlaß **230** ist bevorzugt entlang einer Mittellinie der Vorrichtung **200** positioniert.

Der Fluiddurchlaß **230** ist bevorzugt in der Verschalungsverlegungsbetriebsart dazu ausgelegt, Materialien zu transportieren, wie etwa Bohrschlamm oder Formationsfluide, mit Durchsätzen und Drücken, die von etwa 0 bis 3.000 Gallonen/Minute bzw. 0 bis 9.000 psi reichen, um Widerstand zu minimieren, der auf das verlegte rohrförmige Element einwirkt, und um Druckstöße zu minimieren, die auf die Schachtbohrung ausgeübt werden und einen Verlust von Schachtbohrungsfluiden verursachen können sowie zu einem Einstürzen des Lochs führen können.

Der Fluiddurchlaß **235** erlaubt es, daß Fluidmaterialien aus dem Fluiddurchlaß **230** entfernt werden. Auf diese Weise können während des Plazierens der Vorrichtung **200** innerhalb des neuen Abschnitts **130** der Schachtbohrung Fluidmaterialien zwangsweise den Fluiddurchlaß hinauf gefördert und in die Schachtbohrung **100** über dem rohrförmigen Element **210** freigegeben werden, wodurch Stoßdrücke auf den Schachtbohrungsabschnitt **130** minimiert werden. Der Fluiddurchlaß **235** kann mit dem Tragelement **250** verbunden und innerhalb desselben positioniert werden. Der Fluiddurchlaß ist außerdem fluidmäßig mit dem Fluiddurchlaß **230** verbunden.

Der Fluiddurchlaß **235** umfaßt bevorzugt ein Steuerventil zum gesteuerten Öffnen und Schließen des Fluiddurchlasses **235**. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Steuerventildruck aktiviert, um in steuerbarer Weise Druckstöße zu minimieren. Der Fluiddurchlaß **235** ist bevorzugt im wesentlichen orthogonal zur Mittellinie der Vorrichtung

200 angeordnet.

Der Fluiddurchlaß **235** ist bevorzugt so gewählt, daß er Fluidmaterialien mit Durchsätzen und Drücken fördert, die von etwa 0 bis 3.000 Gallonen/Minute bzw. 0 bis 9.000 psi reichen, um den Widerstand auf die Vorrichtung **200** während der Einführung in den neuen Abschnitt **130** der Schachtbohrung **100** zu reduzieren, und um Druckstöße auf den neuen Schachtbohrungsabschnitt **130** zu minimieren.

Der Fluiddurchlaß **240** erlaubt es, daß Fluidmaterialien zu dem Bereich außerhalb des rohrförmigen Elements **210** und des Schuhs **230** und ausgehend von diesem transportiert werden. Der Fluiddurchlaß **240** ist mit dem Schuh **215** verbunden und innerhalb desselben positioniert in Fluidverbindung mit dem inneren Bereich des rohrförmigen Elements **210** unterhalb des aufweitbaren Dorns **205**. Der Fluiddurchlaß **240** besitzt im wesentlichen eine Querschnittsform, die es erlaubt, daß ein Stopfen oder eine ähnliche Einrichtung in dem Fluiddurchlaß **240** angeordnet wird, um einen weiteren Hindurchtritt von Fluidmaterialien zu blockieren. Auf diese Weise kann der innere Bereich des rohrförmigen Elements **210** unterhalb des aufweitbaren Dorns **205** fluidmäßig von dem Bereich außerhalb des rohrförmigen Elements **210** isoliert werden. Dies erlaubt es, daß der innere Bereich des rohrförmigen Elements **210** unter dem aufweitbaren Dorn **205** unter Druck gesetzt wird. Der Fluiddurchlaß **240** ist bevorzugt im wesentlichen entlang der Mittellinie der Vorrichtung **200** positioniert.

Der Fluiddurchlaß **240** ist bevorzugt so gewählt, daß er Materialien, wie etwa Zement, Bohrschlamm oder Epoxidharze mit Durchsätzen und Drücken fördert, die von etwa 0 bis 3.000 Gallonen/Minute bzw. 0 bis 9.000 psi reichen, um in optimaler Weise den ringförmigen Bereich zwischen dem rohrförmigen Element **210** und dem neuen Abschnitt **130** der Schachtbohrung **100** mit Fluidmaterialien füllt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Fluiddurchlaß **240** eine Einlaßgeometrie, die geeignet ist, einen Anker und/oder ein Kugeldichtungselement aufzunehmen. Auf diese Weise kann der Fluiddurchlaß **240** durch Einführen eines Stopfens, eines Ankers und/oder von Kugeldichtungselementen in den Fluiddurchlaß **230** abgedichtet werden.

Die Dichtungen **245** können mit einem Endabschnitt **260** des rohrförmigen Elements **210** verbunden und durch diesen abgestützt werden. Die Dichtungen **245** sind außerdem auf einer Außenseite **265** des Endabschnitts **260** des rohrförmigen Elements **210** positioniert. Die Dichtungen **245** erlauben es, daß die Überlappungsverbindung zwischen dem Endabschnitt **270** der Verschalung **150** und dem Abschnitt **260** des rohrförmigen Elements **210** fluidmäßig abgedichtet wird. Die Dichtungen **245** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungen umfassen, wie etwa Blei-, Gummi-, Teflon- oder Epoxidharzdichtungen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Dichtungen **245** geformt aus Stratalock-Epoxidharz, erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas, um in optimaler Weise einen Lasttragegrenzflächensitz zwischen dem Ende **260** des rohrförmigen Elements **210** und dem Ende **270** der existierenden Verschalung **115** bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Dichtungen **245** so gewählt, daß sie in optimaler Weise eine ausreichende Reibungskraft bereitstellen, um das rohrförmige Element von der existierenden Verschalung **215** abstützen zu können. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die Reibungskraft in optimaler Weise durch Dichtungen **245** bereitgestellt, die von 1.000 bis 1.000.000 lbf reichen, um in optimaler Weise das aufgeweitete rohrförmige Element **210** abzustützen bzw. zu tragen.

Das Tragelement **250** ist mit dem aufweitbaren Dorn **205**, dem rohrförmigen Element **210**, dem Schuh **215** und den Dichtungen **220** und **225** verbunden. Das Tragelement **250** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element ausreichender Festigkeit, um die Vorrichtung **200** in den neuen Abschnitt **130** in die Schachtbohrung hinein zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Tragelement **250** außerdem eine oder mehrere (nicht gezeigte) Zentrierer, um die Stabilisierung der Vorrichtung **200** zu unterstützen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Tragelement **250** ein Spiralrohr.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist eine Schmiermittelmenge **275** in dem ringförmigen Bereich über dem aufweitbaren Dorn **205** im Innern des rohrförmigen Elements **210** vorgesehen. Auf diese Weise wird das Pressen des rohrförmigen Elements **210** weg von dem aufweitbaren Dorn **205** erleichtert. Das Schmiermittel **275** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Schmiermitteln umfassen, wie etwa beispielsweise Lubriplate, auf Chlor basierende Schmiermittel, auf Öl basierende Schmiermittel oder Climax 1500 Antiseize (3100). Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Schmiermittel **275** Climax 1500 Antiseize (3100), erhältlich von Climax Lubricants and Equipments Co. in Houston, Texas, um in optimaler Weise eine optimale Schmierung zur Erleichterung des Aufweitungsprozesses bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Tragelement **250** sorgfältig vor einem Anbau an den restlichen Teilen der Vorrichtung **200** gereinigt. Auf diese Weise wird die Einleitung von Fremdmaterial in die Vorrichtung **200** minimiert. Dies minimiert die Möglichkeit, daß Fremdmaterial die verschiedenen Strömungsdurchlässe und Ventile der Vorrichtung **200** zusetzt bzw. verstopft.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden vor oder nach dem Positionieren der Vorrichtung **200** in dem neuen Abschnitt **130** der Schachtbohrung **100** mehrere Schachtbohrungsvolumina umgewälzt, um sicherzustellen, daß keine Fremdmaterialien innerhalb der Schachtbohrung **100** angeordnet sind, welche die verschiedenen Strömungsdurchlässe und Ventile der Vorrichtung **200** verstopfen könnten, und um sicherzustellen, daß Fremdmaterial mit dem Aufweitungsprozeß nicht in störenden Eingriff gelangt.

Wie aus Fig. 3 hervorgeht, wird der Fluiddurchlaß **235** daraufhin verschlossen und ein aushärtbares Fluidichtungsmaterial **305** wird daraufhin von einer Oberflächenstelle in den Fluiddurchlaß **230** gepumpt. Das Material **305** gelangt daraufhin von dem Fluidmaterial **230** in den inneren Bereich **310** des rohrförmigen Elements **210** unterhalb des aufweitbaren Dorns **205**. Das Material **305** gelangt daraufhin von dem inneren Bereich **310** in den Fluiddurchlaß **240**. Das Material **305** verläßt daraufhin die Vorrichtung **200** und füllt den ringförmigen Bereich **315** zwischen dem Äußeren des ringförmigen Elements **210** und der Innenwandung des neuen Abschnitts **130** der Schachtbohrung **100**. Fortgesetztes Pumpen des Materials **305** veranlaßt das Material **305** dazu, zumindest einen Teil des ringförmigen Bereichs **315** zu füllen.

Das Material **305** wird bevorzugt in den ringförmigen Bereich **315** mit Drücken und Durchsätzen gepumpt, die beispielsweise von etwa 0 bis 5.000 psi bzw. 0 bis 1.500 Gallonen/Minute reichen. Der optimale Durchsatz und die optimalen Betriebsdrücke variieren als Funktion der Verschalung und der Schachtbohrungsgrößen, der Schachtbohrungsquerschnittslänge, der verfügbaren Pumpeinrichtung und von Fluideigenschaften des Fluidmaterials, welches gepumpt wird. Der optimale Durchsatz und der optimale Betriebsdruck werden bevorzugt ermittelt unter Verwendung herkömmlicher empirischer Methoden.

Das aushärtbare Fluidichtungsmaterial **305** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen aushärtbaren Fluidmaterialien umfassen, wie etwa beispielsweise Schlackengemisch, Zement oder Epoxidharz. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das aushärtbare Fluidichtungsmaterial **305** einen gemischten Zement, speziell zubereitet für den speziellen Schachtabschnitt, der gebohrt werden soll, erhältlich von Energy Halliburton Energy Services in Dallas, Texas, um in optimaler Weise eine Abstützung für das rohrförmige Element **210** bereitzustellen, während optimale Strömungseigenschaften beibehalten werden, um Schwierigkeiten während des Verschiebens von Zement in dem ringförmigen Bereich **315** zu minimieren. Die optimale Mischung des gemischten Zements wird bevorzugt ermittelt unter Verwendung herkömmlicher empirischer Methoden.

Der ringförmige Bereich **315** wird mit dem Material **305** in ausreichenden Mengen gefüllt, um sicherzustellen, daß bei radialer Aufweitung des rohrförmigen Elements **210** der ringförmige Bereich **315** des neuen Abschnitts **130** der Brunnenbohrung **100** mit Material **305** gefüllt wird bzw. ist.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform und wie in **Fig. 3a** gezeigt, sind die Wanddicke und/oder der Außendurchmesser des rohrförmigen Elements **210** in dem Bereich benachbart zu dem Dorn **205** verringert, um in optimaler Weise eine Platzierung der Vorrichtung **200** in Positionen der Schachtbohrung bei engen Zwischenräumen zu ermöglichen. Außerdem wird auf diese Weise die Einleitung der radialen Aufweitung des rohrförmigen Elements **210** während des Aufweitungsprozesses in optimaler Weise erleichtert.

Sobald der ringförmige Bereich **315**, wie in **Fig. 4** gezeigt, in angemessener Weise mit Material **305** gefüllt ist, wird ein Stopfen **405** oder eine andere ähnliche Einrichtung in den Fluiddurchlaß **240** eingeführt, um den inneren Bereich **310** von dem ringförmigen Bereich **315** fluidmäßig zu isolieren. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird daraufhin ein nicht aushärtbares Fluidmaterial **306** in den inneren Bereich **310** gepumpt, wodurch der innere Bereich unter Druck gesetzt wird. Auf diese Weise enthält das Innere des aufgeweiteten rohrförmigen Elements **210** keine signifikanten Mengen an ausgehärtetem Material **305**. Dies verringert die Kosten des gesamten Prozesses und vereinfacht diesen. Alternativ kann das Material **305** während dieser Phase des Prozesses verwendet werden. Sobald der innere Bereich **310** ausreichend unter Druck gesetzt wird, wird das rohrförmige Element **210** von dem aufweitbaren Dorn **205** weggepreßt. Während des Aufweitungsprozesses kann der aufweitbare Dorn **205** aus dem aufgeweiteten Teil des rohrförmigen Elements **210** herausgehoben werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Dorn **205** während des Aufweitungsprozesses mit ungefähr derselben Geschwindigkeit angehoben, wie das rohrförmige Element **210** aufgeweitet wird, um das rohrförmige Element **210** relativ zu dem neuen Schachtbohrungsabschnitt **130** stationär zu halten. Gemäß einer alternativen Ausführungsform wird der Aufweitungsprozeß fortgesetzt, wenn das rohrförmige Element **210** über dem Boden des neuen Schachtbohrungsabschnitts **130** positioniert ist, wodurch der Dorn **205** stationär gehalten wird, und wodurch das rohrförmige Element **210** von dem Dorn **205** weggepreßt werden kann und unter den neuen Schachtbohrungsabschnitt **130** durch Schwerkraft zu fallen vermag.

Der Stopfen **405** wird bevorzugt in den Fluiddurchlaß **240** durch Einführen des Stopfens **405** in den Fluiddurchlaß **230** an einer Oberflächenstelle in herkömmlicher Weise platziert. Der Stopfen **405** wirkt bevorzugt zum fluidmäßigen Isolieren des aushärtbaren Fluidichtungsmaterials **305** von dem

nicht aushärtbaren Fluidmaterial **306**.

Der Stopfen **405** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Einrichtungen zum Verstopfen bzw. Zusetzen eines Fluiddurchlasses umfassen, wie etwa einen Multiple-Stage-Cement(MSC)-Verriegelungsstopfen, einen Omega-Verriegelungsstopfen oder einen Drei-Wischer-Verriegelungsstopfen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Techniken der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Stopfen **405** einen MSC-Verriegelungsstopfen, erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas.

Nach dem Platzieren des Stopfens **405** in dem Fluiddurchlaß **240** wird ein nicht aushärtbares Fluidmaterial **306** bevorzugt in den inneren Bereich **310** mit Drücken und Durchsätzen gepumpt, die beispielsweise von ungefähr 400 bis 10.000 psi bzw. 30 bis 4.000 Gallonen/Minute reichen. Auf diese Weise wird die Menge an aushärtbarem Fluidichtungsmaterial im Innern **310** des rohrförmigen Elements **210** minimiert. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird nach der Platzierung des Stopfens **405** in dem Fluiddurchlaß **240** das nicht aushärtbare Material **306** bevorzugt in den inneren Bereich **310** mit Drücken und Durchsätzen gepumpt, die von ungefähr 500 bis 9.000 psi bzw. 40 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen, um die Aufweitungsgeschwindigkeit maximal zu gestalten.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Vorrichtung **200** dazu ausgelegt, Spannungs-, Berst- und Reibungseinwirkungen auf das rohrförmige Element **210** während des Aufweitungsprozesses minimal zu gestalten. Diese Effekte hängen ab von der Geometrie des Aufweitungsdoms **205**, der Materialzusammensetzung des rohrförmigen Elements **210** und des Aufweitungsdoms **205**, dem Innendurchmesser des rohrförmigen Elements **210**, der Wanddicke des rohrförmigen Elements **210**, der Art des Schmiermittels und der Dehngrenze des rohrförmigen Elements. Üblicherweise gilt, je dicker die Wanddicke, desto kleiner der Innendurchmesser, und desto größer die Dehngrenze des rohrförmigen Elements **210**, desto größer sind die Betätigungs- bzw. Betriebsdrücke, die benötigt werden, um das rohrförmige Element **210** vom Dorn **205** wegzupressen.

Für typische rohrförmige Elemente beginnt das Pressen des rohrförmigen Elements **210** weg von dem aufweitbaren Dorn, wenn der Druck des inneren Bereichs **310** beispielsweise ungefähr 500 bis 9.000 psi erreicht. Während des Aufweitungsprozesses kann der aufweitbare Dorn **205** aus dem aufgeweiteten Abschnitt des rohrförmigen Elements **210** mit Geschwindigkeiten herausgehoben werden, die beispielsweise von etwa 0 bis 5 Fuß/Sekunde reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird während des Aufweitungsprozesses der aufweitbare Dorn **205** aus dem aufgeweiteten Teil des rohrförmigen Elements **210** mit Geschwindigkeiten herausgehoben, die von etwa 0 bis 2 Fuß/Sekunde reichen, um die Zeit zu minimieren, die für den Aufweitungsprozeß erforderlich ist, während außerdem eine problemlose Steuerung des Aufweitungsprozesses möglich ist.

Wenn der Endabschnitt **260** des rohrförmigen Elements **210** von dem aufweitbaren Dorn **205** weggepreßt wird, gelangt die Außenseite **265** des Endabschnitts **260** des rohrförmigen Elements **210** in Kontakt mit der Innenseite **410** des Endabschnitts **270** der Verschalung **115**, um eine fluiddichte Überlappungsverbindung zu bilden. Der Kontaktdruck der Überlappungsverbindung kann beispielsweise von ungefähr 50 bis 20.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Kontaktdruck der Überlappungsverbindung von etwa 400 bis 10.000 psi, um einen optimalen Druck bereitzustellen, damit die ringförmigen Dichtungselemente **245** aktiviert werden, und um in optimaler

Weise einen Widerstand gegenüber axialer Bewegung bereitzustellen, um typische Spannungs- und Drucklasten aufzunehmen.

Die Überlappingsverbindung zwischen dem Abschnitt **410** der existierenden Verschalung **115** und dem Abschnitt **265** des aufgeweiteten rohrförmigen Elements **210** stellt bevorzugt eine Gas- und Fluiddichtung bereit. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform stellen die Dichtungselemente **245** in optimaler Weise ein Fluid- und Gasdichtung in der Überlappingsverbindung bereit.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden der Betriebsdruck und der Durchsatz des nicht aushärtbaren Fluidmaterials **306** in gesteuerter Weise stufenweise erniedrigt, wenn der aufweitbare Dorn **205** den Endabschnitt **260** des rohrförmigen Elements **210** erreicht. Auf diese Weise kann ein plötzliches Freigeben des Drucks, verursacht durch ein vollständiges Pressen des rohrförmigen Elements **210** weg von dem aufweitbaren Dorn **205** minimiert werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Betriebsdruck im wesentlichen linear von 100% bis etwa 10% während des Endes des Aufweitungsprozesses beginnend dann verringert, wenn der Dorn **205** sich innerhalb etwa 5 Fuß ausgehend von der Beendigung des Aufweitungsprozesses befindet.

Alternativ oder in Kombination ist ein Stoßabsorber in dem Tragelement **250** vorgesehen, um den Stoß zu absorbieren, der durch eine plötzliche Freigabe des Drucks verursacht wird. Der Stoßabsorber kann beispielsweise einen beliebigen kommerziell erhältlichen Stoßabsorber umfassen, der zur Verwendung bei Schachtbohrungsvorgängen geeignet ist.

Alternativ oder in Kombination ist eine Dorneinfangsstruktur in dem Endabschnitt **260** des rohrförmigen Elements **210** vorgesehen, um den Dorn **205** einzufangen oder zumindest zu verzögern bzw. abzubremesen.

Sobald der Aufweitungsprozeß beendet ist, wird der aufweitbare Dorn **205** aus der Schachtbohrung **100** entfernt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird entweder vor oder nach der Entfernung des aufweitbaren Dorns **205** die Unversehrtheit der Fluiddichtung der Überlappingsverbindung zwischen dem oberen Abschnitt **260** des rohrförmigen Elements **210** und dem unteren Abschnitt **270** der Verschalung **115** unter Verwendung herkömmlicher Methoden getestet.

Wenn die Fluiddichtung der Überlappingsverbindung zwischen dem oberen Abschnitt **260** des rohrförmigen Elements **210** und dem unteren Abschnitt **270** der Verschalung **115** zufriedenstellend ist, wird jeglicher nicht ausgehärtete Teil des Materials **305** innerhalb des aufgeweiteten rohrförmigen Elements **210** in herkömmlicher Weise entfernt, wie beispielsweise durch Umwälzen des nicht ausgehärteten Materials aus dem Innern des aufgeweiteten rohrförmigen Elements **210** heraus. Der Dorn **205** wird daraufhin aus dem Schachtbohrungsabschnitt **130** herausgezogen und eine Bohrspitze oder eine Fräse wird in Kombination mit einer herkömmlichen Bohranordnung **505** verwendet. Um jegliches ausgehärtete Material **305** innerhalb des rohrförmigen Elements **210** herauszubohren. Das Material **305** innerhalb des ringförmigen Bereichs **315** wird daraufhin aushärten gelassen.

Wie in **Fig. 5** gezeigt, wird daraufhin bevorzugt jegliches verbleibendes ausgehärtete Material **305** innerhalb des Innern des aufgeweiteten rohrförmigen Elements **210** in herkömmlicher Weise unter Verwendung eines herkömmlichen Bohrgestänges **505** entfernt. Der resultierende neue Abschnitt der Verschalung **510** umfaßt das aufgeweitete rohrförmige Element **210** und eine äußere ringförmige Schicht **515** aus ausgehärtetem Material **305**. Der Bodenabschnitt

bzw. untere Abschnitt der Vorrichtung **200**, umfassend die Schuh **215** und den Anker **405** kann daraufhin entfernt werden durch Ausbohren des Schuhs **215** und des Ankers **405** unter Verwendung herkömmlicher Bohrmethoden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform und wie in **Fig. 6** gezeigt, umfaßt der obere Abschnitt **260** des rohrförmigen Elements **210** ein oder mehrere Dichtungselemente **605** und ein oder mehrere Druckfreigabelöcher **610**. Auf diese Weise ist die Überlappingsverbindung zwischen dem unteren Abschnitt **270** der Verschalung **115** und dem oberen Abschnitt **260** des rohrförmigen Elements **210** druckdicht und der Druck auf den Innen- und Außenseiten des rohrförmigen Elements **210** wird während des Aufweitungsprozesses vergleichmäßigt.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die Dichtelemente **605** innerhalb von Eintiefungen **615** zum Sitz gebracht, die in der Außenseite **265** des oberen Abschnitts **260** des rohrförmigen Elements **210** gebildet sind. Gemäß einer alternativen bevorzugten Ausführungsform werden die Dichtungselemente **650** auf die Außenseiten **265** des oberen Abschnitts **260** des rohrförmigen Elements **210** geklebt oder dort angegossen. Die Druckfreigabelöcher **610** werden bevorzugt in den letzten wenigen Fuß des rohrförmigen Elements **210** positioniert. Die Druckfreigabelöcher verringern die Betriebs- bzw. Betätigungsdrücke, die erforderlich sind, den oberen Abschnitt **260** des rohrförmigen Elements **210** aufzuweiten. Diese Verringerung des erforderlichen Betriebsdrucks verringert wiederum die Geschwindigkeit des Dorns **205** bei Beendigung des Aufweitungsprozesses. Diese Geschwindigkeitsverringerung ihrerseits minimiert den mechanischen Stoß auf die gesamte Vorrichtung **200** bei Beendigung des Aufweitungsprozesses.

Unter Bezug auf **Fig. 7** wird nunmehr eine spezielle bevorzugte Ausführungsform einer Vorrichtung **700** zum Bilden einer Verschalung innerhalb einer Schachtbohrung erläutert, die bevorzugt einen aufweitbaren Dorn bzw. einen Molch **705** umfaßt, einen aufweitbaren Dorn- oder Molchbehälter **710**, ein rohrförmiges Element **715**, einen Schwimmschuh **720**, eine untere Becherdichtung **725**, eine obere Becherdichtung **730**, einen Fluiddurchlaß **735**, einen Fluiddurchlaß **740**, ein Tragelement **745**, einen Schmiermittelkörper **750**, eine Überschußverbindung **755**, ein weiteres Tragelement **760** und einen Stabilisierer **765**.

Der aufweitbare Dorn **705** ist mit dem Tragelement **745** verbunden und durch dieses abgestützt. Der aufweitbare Dorn **705** ist außerdem mit dem aufweitbaren Dornbehälter **710** verbunden. Der aufweitbare Dorn **705** ist bevorzugt dazu ausgelegt, in gesteuerter Weise in radialer Richtung aufzuweiten. Der aufweitbare Dorn **705** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen aufweitbaren Dornen umfassen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der aufweitbare Dorn **705** ein aufweitbares hydraulisches Werkzeug, welches im wesentlichen in der US-A-5 348 095 offenbart ist, deren Inhalt hiermit ausdrücklich zum Gegenstand der vorliegenden Anmeldung erklärt wird, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung.

Der aufweitbare Dornbehälter **710** ist mit dem Tragelement **745** verbunden und durch dieses abgestützt. Der aufweitbare Dornbehälter **710** ist außerdem mit dem aufweitbaren Dorn **705** verbunden. Der aufweitbare Dornbehälter **710** kann erstellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie etwa beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Edelstahl, Titan oder aus hochfesten Stählen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der aufweitbare Dornbehälter

ter **710** hergestellt aus einem Material mit größerer Festigkeit als das Material, aus welchem das rohrförmige Element **715** hergestellt ist. Auf diese Weise kann der Behälter **710** hergestellt werden aus einem rohrförmigen Material mit dünnerer Wandungsdicke als das rohrförmige Element **210**. Dies erlaubt es, daß der Behälter **710** durch enge Freiräume hindurchgeleitet werden kann, wodurch die Platzierung innerhalb der Schachtbohrung erleichtert wird.

Sobald der Aufweitungsprozeß beginnt, und je dicker das wenig feste Material des aufzuweitenden rohrförmigen Elements **715** ist, desto größer ist gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Außendurchmesser des rohrförmigen Elements **715** als der Außendurchmesser des Behälters **710**.

Das rohrförmige Element **715** kann mit dem aufweitbaren Dorn **705** verbunden und durch abgestützt sein. Das rohrförmige Element **715** wird bevorzugt in radialer Richtung aufgeweitet und von dem aufweitbaren Dorn **705** weggepreßt, wie in im wesentlichen vorstehend unter Bezug auf **Fig. 1** bis **6** erläutert ist. Das rohrförmige Element **715** kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von Materialien, wie beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods (OCTG), aus Stahl von Kraftfahrzeug-Qualität oder aus Kunststoff. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das rohrförmige Element **715** hergestellt aus OCTG.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform besitzt das rohrförmige Element **715** einen im wesentlichen ringförmigen Querschnitt. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform besitzt das rohrförmige Element **715** einen kreisringförmigen Querschnitt.

Das rohrförmige Element **715** umfaßt bevorzugt einen oberen Abschnitt **805**, einen Zwischenabschnitt **810** und einen unteren Abschnitt **815**. Der obere Abschnitt **805** des rohrförmigen Elements **715** ist bevorzugt festgelegt durch denjenigen Bereich, der im Bereich des Dornbehälters **710** beginnt und mit dem oberen Abschnitt **820** des rohrförmigen Elements **715** endet. Der Zwischenabschnitt **810** des rohrförmigen Elements **715** ist bevorzugt festgelegt durch denjenigen Bereich, der im Bereich der Oberseite des Dornbehälters **710** beginnt und mit dem Bereich im Bereich des Dorns **705** endet. Der untere Abschnitt des rohrförmigen Elements **715** ist bevorzugt festgelegt durch den Bereich, der im Bereich des Dorns **705** beginnt und am Boden **825** des rohrförmigen Elements **715** endet.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Wanddicke des oberen Abschnitts **805** des rohrförmigen Elements **715** größer als die Wanddicke des Zwischenabschnitts **810** und des unteren Abschnitts **815** des rohrförmigen Elements **715**, um in optimaler Weise die Einleitung des Aufweitungsprozesses zu erleichtern, und um in optimaler Weise zu ermöglichen, daß die Vorrichtung **700** in Stellen der Schachtbohrung mit geringen Freiräumen positioniert wird.

Der Außendurchmesser und die Wandungsdicke des oberen Abschnitts **805** des rohrförmigen Elements **715** kann beispielsweise von etwa 1,05 bis 48 Inch bzw. 1/8 bis 2 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Außendurchmesser der Wandungsdicke des oberen Abschnitts **805** des rohrförmigen Elements von etwa 3,5 bis 16 Inch bzw. 3/8 bis 1,5 Inch.

Der Außendurchmesser und die Wandungsdicke des Zwischenabschnitts **810** des rohrförmigen Elements **715** können beispielsweise von etwa 2,5 bis 50 Inch bzw. 1/16 bis 1,5 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reichen der Außendurchmesser und die Wandungsdicke des Zwischenabschnitts **810** des rohrförmigen Elements **715** von etwa 3,5 bis 19 Inch bzw. 1/8 bis 1,25 Inch.

Der Außendurchmesser und die Wandungsdicke des unteren Abschnitts **815** des rohrförmigen Elements **715** können

beispielsweise von etwa 2,5 bis 50 Inch bzw. 1/16 bis 1,25 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reichen der Außendurchmesser und die Wandungsdicke des unteren Abschnitts **815** des rohrförmigen Elements **715** von etwa 3,5 bis 19 Inch bzw. 1/8 bis 1,25 Inch. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die Wandungsdicke des unteren Abschnitts **815** des rohrförmigen Elements **715** zusätzlich vergrößert, um die Festigkeit des Schuhs **720** zu erhöhen, wenn ausbohrbare Materialien verwendet werden, wie beispielsweise Aluminium.

Das rohrförmige Element **715** umfaßt bevorzugt ein massives rohrförmiges Element. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Endabschnitt **820** des rohrförmigen Elements **715** geschlitzt, perforiert oder anderweitig modifiziert, um den Dorn **705** einzufangen oder zu verzögern bzw. abzubremesen, wenn er die Aufweitung des rohrförmigen Elements **715** beendet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Länge des rohrförmigen Elements **715** begrenzt, um die Möglichkeit einer Knickverformung zu minimieren. Für typische Materialien des rohrförmigen Elements **715** ist die Länge des rohrförmigen Elements **715** bevorzugt begrenzt auf zwischen etwa 50 bis 20.000 Fuß Länge.

Der Schuh **720** ist mit aufweitbaren Dorn **705** und dem rohrförmigen Element **715** verbunden. Der Schuh **720** umfaßt den Fluiddurchlaß **740**. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Schuh **720** außerdem einen Einlaßdurchlaß **830** sowie eine oder mehrere Düsenöffnungen **835**. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die Querschnittsform des Einlaßdurchlasses **830** dazu ausgelegt, einen Verriegelungsanker oder ähnliche Elemente zum Versperren des Einlaßdurchlasses **830** aufzunehmen. Das Innere des Schuhs **720** umfaßt bevorzugt einen Körper aus massivem Material **840** zum Erhöhen der Festigkeit des Schuhs **720**. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Körper aus massivem Material **840** Aluminium.

Der Schuh **720** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen umfassen, wie etwa beispielsweise einen Super-Seal-II-Down-Jet-Schwimmschuh oder einen Führungsschuh mit einer Dichtungsbuchse für einen Verriegelungsstopfen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Schuh **720** einen Aluminium-Down-Jet-Führungsschuh mit einer Dichtungsbuchse für einen Verriegelungsstopfen, erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung, um die Führung des rohrförmigen Elements **710** in der Schachtbohrung zu optimieren, um die Dichtung zwischen dem rohrförmigen Element **715** und einer existierenden Schachtbohrungs-Verschalung zu optimieren, und um in optimaler Weise die Entfernung des Schuhs **720** dadurch zu erleichtern, daß er bei Beendigung des Aufweitungsprozesses herausgebohrt wird.

Die untere Becherdichtung **725** ist mit dem Tragelement **745** verbunden und durch dieses abgestützt. Die untere Becherdichtung **725** verhindert, daß Fremdmaterialien in den inneren Bereich des rohrförmigen Elements **715** über dem aufweitbaren Dorn **705** eindringen. Die untere Becherdichtung **725** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Becherdichtungen umfassen, wie etwa beispielsweise TP-Becher, oder Selective-Injection-Packer(SIP)-Becher, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die untere Becherdichtung **725** einen SIP-Becher, erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas, um in optimaler Weise eine Schmutzbarriere bereitzustellen, und um einen

Schmiermittelkörper aufzunehmen.

Die obere Becherdichtung **730** ist mit dem Tragelement **760** verbunden und durch dieses abgestützt. Die obere Becherdichtung **730** verhindert, daß Fremdmaterialien in den inneren Bereich des rohrförmigen Elements **715** eindringen. Die obere Becherdichtung **730** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Becherdichtungen umfassen, wie etwa beispielsweise TP-Becher oder Selective-Injection-Packer(SIP)-Becher, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die obere Becherdichtung **730** einen SIP-Becher, erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas, um in optimaler Weise eine Schmutzbarriere bereitzustellen und einen Schmiermittelkörper aufzunehmen.

Der Fluiddurchlaß **735** erlaubt es, daß Fluidmaterialien um inneren Bereich des rohrförmigen Elements **715** und aus diesem heraus unter dem aufweitbaren Dorn **705** transportiert werden. Der Fluiddurchlaß **735** ist fluidmäßig mit dem Fluiddurchlaß **740** verbunden. Der Fluiddurchlaß **735** ist bevorzugt mit dem Tragelement **760**, dem Tragelement **745**, dem Dornbehälter **710** und dem aufweitbaren Dorn **705** verbunden und innerhalb desselben positioniert. Der Fluiddurchlaß **735** erstreckt sich bevorzugt ausgehend von einer Position benachbart zu der Oberfläche zum Boden des aufweitbaren Dorns **705**. Der Fluiddurchlaß **735** ist bevorzugt entlang einer Mittellinie der Vorrichtung **700** positioniert. Der Fluiddurchlaß **735** ist bevorzugt so gewählt, daß er Materialien zu transportieren vermag, wie etwa Zement, Bohrschlamm oder Epoxidharze mit Durchsätzen und Drücken, die von etwa 40 bis 3.000 Gallonen/Minute und 500 bis 9.000 psi reichen, um in optimaler Weise ausreichende Betätigungs- bzw. Betriebsdrücke zu ermöglichen, um das rohrförmige Element **715** von dem aufweitbaren Dorn **705** wegzupressen.

Wie vorstehend unter Bezug auf Fig. 1 bis 6 erläutert, können während der Platzierung der Vorrichtung **700** innerhalb eines neuen Abschnitts der Schachtbohrung Fluidmaterialien, die die Fluiddurchlässe **735** zwangsweise hinauf transportiert werden, in die Schachtbohrung über dem rohrförmigen Element **715** freigelassen werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung **700** außerdem einen Druckfreigabedurchlaß, der mit dem Tragelement **760** verbunden und innerhalb desselben positioniert ist. Der Druckfreigabedurchlaß ist außerdem fluidmäßig mit dem Fluiddurchlaß **735** verbunden. Der Druckfreigabedurchlaß umfaßt bevorzugt ein Steuerventil zum steuerbaren Öffnen und Schließen des Fluiddurchlasses. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Steuerventil druckaktiviert, um in steuerbarer Weise Druckstöße zu minimieren. Der Druckfreigabedurchlaß ist bevorzugt im wesentlichen orthogonal zur Mittellinie der Vorrichtung **700** positioniert. Der Druckfreigabedurchlaß ist bevorzugt so gewählt, daß er Materialien fördert, wie etwa Zement, Bohrschlamm oder Epoxidharze mit Durchsätzen und Drücken, die von etwa 0 bis 500 Gallonen/Minute bzw. 0 bis 1.000 psi reichen, um den Widerstand auf der Vorrichtung **700** während der Einführung in den neuen Abschnitt einer Schachtbohrung zu verringern, und um Druckstöße auf den neuen Schachtbohrungsabschnitt zu minimieren.

Der Fluiddurchlaß **750** ermöglicht es, daß Fluidmaterialien zu dem Bereich außerhalb des rohrförmigen Elements **715** und aus diesem weg transportiert werden. Der Fluiddurchlaß **740** ist bevorzugt mit dem Schuh **720** verbunden und innerhalb desselben positioniert in Fluidverbindung mit dem inneren Bereich des rohrförmigen Elements **715** unter dem aufweitbaren Dorn **705**. Der Fluiddurchlaß **740** weist bevorzugt eine Querschnittsform auf, die es einem Stopfen

oder einer ähnlichen Einrichtung erlaubt, im Einlaß **830** des Fluiddurchlasses **740** plaziert zu werden, um dadurch einen weiteren Hindurchtritt von Fluidmaterialien zu blockieren. Auf diese Weise kann der innere Bereich des rohrförmigen Elements **715** unterhalb des aufweitbaren Dorns **705** optimal fluidmäßig von dem Bereich außerhalb des rohrförmigen Elements **715** isoliert werden. Dies erlaubt es, daß der innere Bereich des rohrförmigen Elements **715** unterhalb des aufweitbaren Dorns **205** unter Druck gesetzt wird.

Der Fluiddurchlaß **740** ist bevorzugt im wesentlichen entlang der Mittellinie der Vorrichtung **700** positioniert. Der Fluiddurchlaß **740** ist bevorzugt so gewählt, daß er Materialien, wie etwa Zement, Bohrschlamm oder Epoxidharze mit Durchsätzen und Drücken fördert, die von etwa 0 bis 3.000 Gallonen/Minute bzw. 0 bis 9.000 psi reichen, um in optimaler Weise einen ringförmigen Bereich zwischen dem rohrförmigen Element **715** und einem neuen Abschnitt einer Schachtbohrung mit flüssigem bzw. Fluidmaterialien zu füllen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Fluiddurchlaß **740** einen Einlaßdurchlaß **830** mit einer Geometrie, die geeignet ist, einen Anker und/oder ein Kugeldichtungselement aufzunehmen. Auf diese Weise kann der Fluiddurchlaß **240** abgedichtet werden durch Einführen eines Stopfens, Ankers und/oder von Kugeldichtungselementen in den Fluiddurchlaß **230**.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung **700** außerdem eine oder mehrere Dichtungen **845**, die mit dem Endabschnitt **820** des rohrförmigen Elements **715** verbunden und durch diesen abgestützt sind. Die Dichtungen **845** sind außerdem auf einer Außenseite des Endabschnitts **820** des rohrförmigen Elements **715** positioniert. Die Dichtungen **845** ermöglichen es, daß die Überlappingsverbindung zwischen einem Endabschnitt einer bereits existierenden Verschalung und dem Endabschnitt **820** des rohrförmigen Elements **715** fluidmäßig abgedichtet wird. Die Dichtungen **845** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungen umfassen, wie etwa beispielsweise Blei-, Gummi-, Teflon- oder Epoxidharzdichtungen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungen **845** Dichtungen, die aus Stratalock-Epoxidharz geformt sind, erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas, um in optimaler Weise eine Hydraulikdichtung und einen Lasttragegrenzflächensitz in der Überlappingsverbindung zwischen dem rohrförmigen Element **715** und einer existierenden Verschalung mit optimaler Lasttragfähigkeit bereitzustellen, um das rohrförmige Element **715** abzustützen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Dichtungen **845** so gewählt, daß sie eine ausreichende Reibungskraft bereitstellen, um das aufgeweitete rohrförmige Element **715** von der existierenden Verschalung zu tragen bzw. durch diese zu tragen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die durch die Dichtungen **845** bereitgestellte Reibungskraft von etwa 1.000 bis 1.000.000 lbf, um in optimaler Weise das aufgeweitete rohrförmige Element **715** zu tragen.

Das Tragelement **745** ist bevorzugt mit dem aufweitbaren Dorn **705** und der Überschußverbindung **755** verbunden. Das Tragelement **745** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element ausreichender Festigkeit, um die Vorrichtung **700** in einen neuen Abschnitt der Schachtbohrung hineinzutragen bzw. -fördern. Das Tragelement **745** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Tragelementen umfassen, wie etwa beispielsweise Stahlbohrrohre, Spiralrohre oder andere hochfeste Rohre, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Of-

fenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Tragelement **745** ein herkömmliches Bohrrohr, erhältlich von verschiedenen Stahlwerken der Vereinigten Staaten von Amerika.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist ein Schmiermittelkörper **750** im ringförmigen Bereich über dem aufweitbaren Dornbehälter **710** im Innern des rohrförmigen Elements **715** vorgesehen. Auf diese Weise wird das Pressen des rohrförmigen Elements **715** weg von dem aufweitbaren Dorn **705** erleichtert. Das Schmiermittel **705** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Schmiermitteln umfassen, wie etwa beispielsweise Lubriplate, auf Chlor basierende Schmiermittel, auf Öl basierende Schmiermittel oder Climax 1500 Antiseize (3100). Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Schmiermittel **750** Climax 1500 Antiseize (3100), erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas, um in optimaler Weise eine Schmierung zur Erleichterung des Aufweitungsprozesses bereitzustellen.

Die Überschußverbindung **755** ist mit dem Tragelement **745** und dem Tragelement **760** verbunden. Die Überschußverbindung **755** erlaubt bevorzugt, daß das Tragelement **745** mit dem Tragelement **760** lösbar verbunden wird. Die Überschußverbindung **755** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Überschußverbindungen umfassen, wie etwa beispielsweise einen Innerstring-Sealing-Adapter, einen Innerstring-Flat-Face-Sealing-Adapter oder einen EZ-Drill-Setting-Tool-Stinger. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Überschußverbindung **755** einen Innerstring-Adapter mit einer Upper-Guide, erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas.

Das Tragelement **760** ist bevorzugt mit der Überschußverbindung **755** und einer (nicht gezeigten) Oberflächentragstruktur verbunden. Das Tragelement **760** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element ausreichender Festigkeit, um die Vorrichtung **700** in einen neuen Abschnitt einer Schachtbohrung hineinzutragen bzw. zu fördern. Das Tragelement **760** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Tragelementen umfassen, wie etwa beispielsweise Stahlbohrrohre, Spiralrohre oder andere hochfeste Rohre, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Tragelement **760** ein herkömmliches Bohrrohr, erhältlich von Stahlwerken in den Vereinigten Staaten von Amerika.

Der Stabilisierer **765** ist bevorzugt mit dem Tragelement **760** verbunden. Der Stabilisierer **765** stabilisiert bevorzugt die Bestandteile der Vorrichtung **700** innerhalb des rohrförmigen Elements **715**. Der Stabilisierer **765** umfaßt bevorzugt ein kugelförmiges Element mit einem Außendurchmesser, der etwa 80 bis 99% des Innendurchmessers des rohrförmigen Elements **715** beträgt, um in optimaler Weise eine Knickverformung des rohrförmigen Elements **715** zu minimieren. Der Stabilisierer **765** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Stabilisierern umfassen, wie etwa beispielsweise EZ-Drill-Star-Guides, Dichtstück-Schuhe oder Schleppblöcke, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Stabilisierer **765** eine obere Dichtungsadapterführung, erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die Tragelemente **745** und **760** vor dem Zusammenbau der übrigen Teile der Vorrichtung **700** sorgfältig gereinigt. Auf diese Weise wird der Eintrag von Fremdmaterial in die Vorrichtung **700** minimiert. Dies minimiert die Möglichkeit, daß Fremdmaterial die verschiedenen Strömungsdurchlässe und

Ventile der Vorrichtung **700** verstopft.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden vor oder nach dem Positionieren der Vorrichtung **700** innerhalb eines neuen Schachtbohrungsabschnitts mehrere Schachtbohrungsvolumina durch die verschiedenen Strömungsdurchlässe der Vorrichtung **700** umgewälzt, um sicherzustellen, daß keine Fremdmaterialien in der Schachtbohrung zu liegen kommen, welche die verschiedenen Strömungsdurchlässe und Ventile der Vorrichtung **700** verstopfen könnten, und um sicherzustellen, daß kein Fremdmaterial mit dem Aufweitungsdom **705** während des Aufweitungsprozesses in störenden Eingriff gelangt.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die Vorrichtung **700** im wesentlichen so betätigt, wie unter Bezug auf Fig. 1 bis 7 erläutert, um einen neuen Verschalungsabschnitt innerhalb der Schachtbohrung zu bilden.

Wie in Fig. 8 gezeigt, werden gemäß einer alternativen bevorzugten Ausführungsform die vorliegend erläuterte Vorrichtung und das vorliegend erläuterte Verfahren verwendet, um eine existierende Schachtbohrungs-Verschalung **805** durch Bilden einer rohrförmigen Auskleidung **810** innerhalb der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung **805** zu reparieren. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist eine äußere ringförmige Zementauskleidung in dem reparierten Abschnitt nicht vorgesehen. Gemäß einer alternativen bevorzugten Ausführungsform können eine Anzahl von Fluidmaterialien verwendet werden, um die rohrförmige Auskleidung **810** in innigen Kontakt mit dem beschädigten Abschnitt der Schachtbohrungs-Verschalung aufzuweiten, beispielsweise Zement, Epoxidharz, Schlackengemisch oder Bohrschlamm. Gemäß einer alternativen bevorzugten Ausführungsform sind Dichtungselemente **815** bevorzugt an beiden Enden des rohrförmigen Elements vorgesehen, um in optimaler Weise eine Fluiddichtung bereitzustellen. Gemäß einer alternativen bevorzugten Ausführungsform ist die rohrförmige Auskleidung **810** innerhalb eines horizontal positionierten Rohrleitungsabschnitts gebildet, wie etwa demjenigen, der verwendet wird, um Kohlenwasserstoffe oder Wasser zu transportieren, wobei die rohrförmige Auskleidung **810** in überlappenden Beziehung mit dem benachbarten Rohrleitungsabschnitt plaziert ist. Auf diese können Untergrundrohrleitungen repariert werden, ohne daß sie ausgegraben werden müssen, und ohne daß beschädigte Abschnitte ersetzt werden müssen.

Gemäß einer weiteren alternativen bevorzugten Ausführungsform werden die vorliegend erläuterte Vorrichtung und das vorliegend erläuterte Verfahren dazu verwendet, eine Schachtbohrung mit einer rohrförmigen Auskleidung **810** direkt auszukleiden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist eine äußere ringförmige Auskleidung aus Zement zwischen der rohrförmigen Auskleidung **810** und der Schachtbohrung nicht vorgesehen. Gemäß einer alternativen bevorzugten Ausführungsform kann eine beliebige Anzahl von Fluidmaterial verwendet werden, um die rohrförmige Auskleidung **810** in innigen Kontakt mit der Schachtbohrung aufzuweiten, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxidharz, Schlackengemisch oder Bohrschlamm.

In Übereinstimmung mit Fig. 9, 9a, 9b und 9c umfaßt eine bevorzugte Ausführungsform eine Vorrichtung **900** zum Bilden einer Schachtbohrungsauskleidung ein aufweitbares rohrförmiges Element **902**, ein Tragelement **904**, einen aufweitbaren Dorn bzw. einen Molch **906** und einen Schuh **908**. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erlauben die Auslegung und Konstruktion des Dorns **906** und des Schuhs **908** eine problemlose Entfernung dieser Elemente, indem sie ausgebohrt werden. Auf diese Weise kann die Anordnung **900** problemlos aus der Schachtbohrung unter Verwendung einer herkömmlichen Bohrvorrichtung und her-

kömmlicher Bohrmethoden entfernt werden.

Das aufweitbare rohrförmige Element **902** umfaßt bevorzugt einen oberen Abschnitt **910**, einen Zwischenabschnitt **912** und einen unteren Abschnitt **914**. Während des Betriebs der Vorrichtung **900** wird das rohrförmige Element **902** bevorzugt von dem Dorn **906** durch Unterdrucksetzen eines inneren Bereichs **966** des rohrförmigen Elements **902** weggepreßt. Das rohrförmige Element **902** weist bevorzugt einen im wesentlichen ringförmigen Querschnitt auf.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist ein aufweitbares rohrförmiges Element **915** mit dem oberen Abschnitt **910** des aufweitbaren rohrförmigen Elements **902** verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung **900** wird das rohrförmige Element **915** von dem Dorn **906** durch Unterdrucksetzen des inneren Bereichs **906** des rohrförmigen Elements **902** weggepreßt. Das rohrförmige Element **915** weist bevorzugt einen im wesentlichen kreisförmigen Querschnitt auf. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Wandungsdicke des rohrförmigen Elements **915** größer als die Wandungsdicke des rohrförmigen Elements **902**.

Das rohrförmige Element **915** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt werden, wie beispielsweise aus Ölfeldrohren, Niederlegierungsstählen, Titan oder Edelstählen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das rohrförmige Element **915** hergestellt aus Ölfeldrohren, um in optimaler Weise ungefähr dieselben mechanischen Eigenschaften wie für das rohrförmige Element **902** bereitzustellen. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform weist das rohrförmige Element **905** einen plastischen Dehnpunkt auf, der von etwa 40.000 bis 135.000 psi reicht, um in optimaler Weise ungefähr dieselben Dehneigenschaften wie für das rohrförmige Element **902** bereitzustellen. Das rohrförmige Element **915** kann mehrere endweise miteinander verbundene rohrförmige Elemente aufweisen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der obere Endabschnitt des rohrförmigen Elements **915** ein oder mehrere Dichtungselemente zum optimalen Bereitstellen einer Fluid- und/oder Gasdichtung mit dem existierenden Abschnitt einer Schachtelbohrungs-Verschaltung.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die kombinierte Länge der rohrförmigen Elemente **902**, **915** begrenzt, um die Möglichkeit einer Knickverformung zu minimieren. Für typische rohrförmige Materialien ist die kombinierte Länge der rohrförmigen Elemente **902** und **915** begrenzt bezüglich der Länge auf zwischen etwa 40 bis 20.000 Fuß.

Der untere Abschnitt **914** des rohrförmigen Elements **902** ist bevorzugt mit dem Schuh **908** durch eine Gewindeverbindung **968** verbunden. Der Zwischenabschnitt **912** des rohrförmigen Elements **902** ist bevorzugt in innigem Gleitkontakt mit dem Dorn **906** angeordnet.

Das rohrförmige Element **902** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie beispielsweise aus Ölfeldrohren, Niederlegierungsstählen, Titan oder Edelstählen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das rohrförmige Element **902** hergestellt aus Ölfeldrohren, um in optimaler Weise ungefähr dieselben mechanischen Eigenschaften wie für das rohrförmige Element **915** bereitzustellen. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform besitzt das rohrförmige Element **902** einen plastischen Dehnpunkt, der von etwa 40.000 bis 135.000 psi reicht, um in optimaler Weise ungefähr dieselben Dehneigenschaften bereitzustellen wie für das rohrförmige Element **915**.

Die Wandungsdicke der oberen, Zwischen- und unteren Abschnitte **910**, **912**, **914** des rohrförmigen Elements kann beispielsweise von etwa 1/16 bis 1,5 Inch reichen. Gemäß

einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Wandungsdicke der oberen, Zwischen- und unteren Abschnitte **910**, **912** und **914** des rohrförmigen Elements **902** von etwa 1/8 bis 1,25, um in optimaler Weise eine Wandungsdicke bereitzustellen, die in etwa dieselbe ist wie diejenige des rohrförmigen Elements **915**. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Wandungsdicke des unteren Abschnitts **914** kleiner oder gleich der Wandungsdicke des oberen Abschnitts **910**, um in optimaler Weise eine Geometrie bereitzustellen, welche in die engen Freiräume lochabwärts hineinpaßt.

Der äußere Durchmesser der oberen, Zwischen- und unteren Abschnitte **910**, **912** und **914** des rohrförmigen Elements **902** kann beispielsweise von etwa 1,05 bis 48 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Außendurchmesser der oberen, Zwischen- und unteren Abschnitte **910**, **912** und **914** des rohrförmigen Elements **902** von etwa 3 1/2 bis 19 Inch, um in optimaler Weise die Fähigkeit bereitzustellen, die am weitesten verbreitet verwendeten Ölfeldrohre aufzuweiten.

Die Länge des rohrförmigen Elements **902** ist bevorzugt begrenzt auf zwischen etwa 2 bis 5 Fuß, um in optimaler Weise eine ausreichende Länge bereitzustellen, damit diese den Dorn **906** und einen Schmiermittelkörper aufnehmen kann.

Das rohrförmige Element **902** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen rohrförmigen Elementen umfassen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das rohrförmige Element **902** Oilfield Country Tubular Goods, erhältlich von verschiedenen Stahlwerken der USA. Das rohrförmige Element **915** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen rohrförmigen Elementen umfassen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das rohrförmige Element **915** Oilfield Country Tubular Goods, erhältlich von verschiedenen Stahlwerken der USA.

Die verschiedenen Elemente des rohrförmigen Elements **902** können unter Verwendung einer beliebigen Anzahl herkömmlicher Prozesse verbunden werden, wie etwa beispielsweise durch Gewindeverbindungen, durch Schweißen, oder hergestellt aus einem Stück. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform können die verschiedenen Elemente des rohrförmigen Elements **902** unter Verwendung von Schweißen verbunden sein. Das rohrförmige Element **902** kann mehrere rohrförmigen Elemente umfassen, die endweise verbunden sind. Die verschiedenen Elemente des rohrförmigen Elements **915** können unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen Prozessen verbunden sein, wie etwa beispielsweise durch Schraubverbindungen, Schweißen oder durch Herstellen aus einem Stück. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die verschiedenen Elemente des rohrförmigen Elements **915** unter Verwendung von Schweißen miteinander verbunden. Das rohrförmige Element **915** kann eine beliebige Anzahl von rohrförmigen Elementen umfassen, die endweise verbunden sind. Die rohrförmigen Elemente **902** und **915** können unter Verwendung einer beliebigen Anzahl herkömmlicher Prozesse verbunden sein, wie beispielsweise durch Schraubverbindungen, Schweißen oder durch einstückige Herstellung.

Das Tragelement **904** umfaßt bevorzugt einen Innengestängeadapter **916**, einen Fluiddurchlaß **918**, eine obere Führung **920** und eine Verbindung bzw. Kupplung **922**. Während des Betriebs der Vorrichtung **900** trägt das Tragelement **904** bevorzugt die Vorrichtung **900** während der Bewegung der Vorrichtung **900** innerhalb einer Schachtelbohr-

rung. Das Tragelement **904** weist bevorzugt im wesentlichen ringförmigen Querschnitt auf.

Das Tragelement **904** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Ölfeldrohren, Niedriglegierungsstahl, Spiralrohren oder Edelstahl. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Tragelement **904** hergestellt aus Niedriglegierungsstahl, um in optimaler Weise hohe Dehnfestigkeit bereitzustellen.

Der Innengestängeadapter **916** ist bevorzugt mit einem herkömmlichen Bohrgestängeträger ausgehend von einer Oberflächenstelle verbunden und durch diesen getragen. Der Innengestängeadapter **916** kann mit einem herkömmlichen Bohrgestängeträger **971** durch eine Gewindeverbindung **970** verbunden sein.

Der Fluiddurchlaß **918** wird bevorzugt verwendet, um Fluide und andere Materialien zu der Vorrichtung **900** und von dieser weg zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **918** fluidmäßig mit dem Fluiddurchlaß **952** verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Fluiddurchlaß **918** verwendet, um aushärtbare Fluidichtungsmaterialien zu der Vorrichtung **900** und von dieser weg zu fördern. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform kann der Fluiddurchlaß **918** einen oder mehrere Druckfreigabedurchlässe (nicht gezeigt) umfassen, um Fluiddruck während der Positionierung der Vorrichtung **900** innerhalb einer Schachtbohrung freizugeben bzw. abzubauen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **918** entlang einer Längsmittellinie der Vorrichtung **900** positioniert. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **918** so gewählt, daß er die Förderung von aushärtbaren Fluidmaterialien unter Betriebsdrücken erlaubt, die von etwa 0 bis 9.000 psi reichen.

Die obere Führung **920** ist mit einem oberen Abschnitt des Tragelements **904** verbunden. Die obere Führung **920** ist bevorzugt dazu ausgelegt, das Tragelement **904** innerhalb des rohrförmigen Elements **915** zu zentrieren. Die obere Führung **920** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Führungselementen umfassen, die in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung modifiziert sind. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die obere Führung **920** einen Innengestängeadapter, erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas, um in optimaler Weise die Vorrichtung **900** in dem rohrförmigen Element **915** zu führen.

Die Kupplung **922** kuppelt bzw. verbindet das Tragelement **904** mit dem Dorn **906**. Die Kupplung **922** umfaßt bevorzugt eine herkömmliche Gewindeverbindung.

Die verschiedenen Elemente des Tragelements **904** können unter Verwendung einer beliebigen Anzahl herkömmlicher Prozesse verbunden sein, wie etwa beispielsweise durch Schweißen, durch Gewindeverbindungen oder durch einstückige Herstellung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die verschiedenen Elemente des Tragelements **904** unter Verwendung von Gewindeverbindungen verbunden.

Der Dorn **906** umfaßt bevorzugt einen Halter **924**, einen Gummibecker **926**, einen Aufweitungskonus **928**, einen unteren Konushalter **930**, einen Zementkörper **932**, eine untere Führung **934**, eine Aufweitungsbuchse **936**, einen Abstandhalter **938**, ein Gehäuse **940**, eine Dichtungsbuchse **942**, einen oberen Konushalter **944**, einen Schmierdorn **946**, eine Schmierbuchse **948**, eine Führung **950** und einen Fluiddurchlaß **952**.

Der Halter **924** ist mit dem Schmierdorn **946**, der Schmierbuchse **948** und dem Gummibecker **926** verbunden. Der Halter **924** verbindet den Gummibecker **926** mit der

Schmierbuchse **948**. Der Halter **924** besitzt im wesentlichen ringförmigen Querschnitt. Der Halter **924** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Haltern umfassen, wie etwa beispielsweise geschlitzte Federstifte oder einen Rollstift.

Der Gummibecker **926** ist mit dem Halter **924**, dem Schmierdorn **946** und der Schmierbuchse **948** verbunden. Der Gummibecker **926** verhindert das Eindringen von Fremdmaterialien in den inneren Bereich **972** des rohrförmigen Elements **902** unter den Gummibecker **926**. Der Gummibecker **926** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Gummibechern umfassen, wie etwa beispielsweise TP-Becher oder Selective-Injection-Packer(SIP)-Becher. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Gummibecker **926** einen SIP-Becher, erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas, um in optimaler Weise Fremdmaterialien auszusperren bzw. zu blockieren.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist der Schmiermittellkörper außerdem im inneren Bereich **972** des rohrförmigen Elements **902** vorgesehen, um die Grenzfläche zwischen der Außenseite des Dorns **902** und der Innenseite der rohrförmigen Elemente **902** und **915** zu schmieren. Das Schmiermittel kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Schmiermitteln umfassen, wie etwa beispielsweise Lubriplate, auf Chlor basierende Schmiermittel, auf Öl basierende Schmiermittel oder Climax 1500 Antiseize (3100). Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Schmiermittel Climax 1500 Antiseize (3100), erhältlich von Climax Lubricants and Equipment Co. in Houston, Texas, um in optimaler Weise eine Schmierung zur Erleichterung des Aufweitungsprozesses bereitzustellen.

Der Aufweitungskonus **928** ist mit dem unteren Konushalter **930**, dem Zementkörper **932**, der unteren Führung **934**, der Aufweitungsbuchse **936**, dem Gehäuse **940** und dem oberen Konushalter **944** verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die rohrförmigen Elemente **902** und **915** während des Betriebs der Vorrichtung **900** von der Außenseite des Aufweitungskonus **928** weggepreßt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird eine axiale Bewegung des Aufweitungskonus **928** verhindert durch den unteren Konushalter **930**, das Gehäuse **940** und den oberen Konushalter **944**. Eine innere radiale Bewegung des Aufweitungskonus **928** wird verhindert durch den Zementkörper **932**, das Gehäuse **940** und den oberen Konushalter **944**.

Der Aufweitungskonus **928** weist im wesentlichen ringförmigen Querschnitt auf. Der Außendurchmesser des Aufweitungskonus **928** ist bevorzugt verjüngt, um Konusgestalt bereitzustellen. Die Wandungsdicke des Aufweitungskonus **928** kann beispielsweise von etwa 0,125 bis 3 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Wandungsdicke des Aufweitungskonus **928** von etwa 0,25 bis 0,75 Inch, um in optimaler Weise eine angemessene Preßfestigkeit mit minimalem Material bereitzustellen. Die maximalen und minimalen Außendurchmesser des Aufweitungskonus können beispielsweise von etwa 1 bis 47 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der minimale Außendurchmesser des Aufweitungskonus **928** von etwa 3,5 bis 19, um in optimaler Weise eine Aufweitung der üblichen verfügbaren Ölfeldrohre zu ermöglichen.

Der Aufweitungskonus **928** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Keramik, Werkzeugstahl, Titan oder Niedriglegierungsstahl. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Aufweitungskonus **928** aus Werkzeugstahl hergestellt, um in opti-

maler Weise hohe Festigkeit und Abriebbeständigkeit bereitzustellen. Die Oberflächenhärte der Außenseite des Aufweitungskonus **928** kann beispielsweise von etwa 50 Rockwell C bis 70 Rockwell C reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Oberflächenhärte der Außenseite des Aufweitungskonus **928** von etwa 58 Rockwell C bis 62 Rockwell C, um in optimaler Weise hohe Dehnfestigkeit bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Aufweitungskonus **928** erwärmt, um in optimaler Weise eine harte Außenseite und einen elastischen inneren Körper bereitzustellen, um in optimaler Weise Abriebbeständigkeit und Ribzähigkeit bereitzustellen.

Der untere Konushalter **930** ist mit dem Aufweitungskonus **928** und dem Gehäuse **940** verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird eine axiale Bewegung des Aufweitungskonus **928** verhindert durch den unteren Konushalter **930**. Bevorzugt weist der untere Konushalter **930** im wesentlichen ringförmigen Querschnitt auf.

Der untere Konushalter **930** ist aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt, wie etwa beispielsweise aus Keramik, Werkzeugstahl, Titan oder Niedriglegierungsstahl. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der untere Konushalter **930** aus Werkzeugstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit und Abriebbeständigkeit bereitzustellen. Die Oberflächenhärte der Außenseite des unteren Konushalters **930** kann beispielsweise von etwa 50 Rockwell C bis 70 Rockwell C reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Oberflächenhärte der Außenseite des unteren Konushalters **930** von etwa 58 Rockwell C bis 62 Rockwell C, um in optimaler Weise hohe Dehnfestigkeit bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der untere Konushalter **930** wärmebehandelt, um in optimaler Weise eine harte Außenseite und einen elastischen inneren Körper bereitzustellen, um in optimaler Weise Abriebbeständigkeit und Bruchzähigkeit bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind der untere Konushalter **930** und der Aufweitungskonus **928** als integrales einstückiges Element gebildet, um die Anzahl von Bauteilen zu verringern, und um die Gesamtfestigkeit der Vorrichtung zu erhöhen. Die Außenseite des unteren Konushalters **930** paßt bevorzugt mit den Innenseiten der rohrförmigen Elemente **902** und **915** zusammen.

Der Zementkörper **932** ist im Innern des Dorns **906** positioniert. Der Zementkörper **932** stellt eine innere Tragstruktur für den Dorn **906** bereit. Der Zementkörper **932** kann außerdem problemlos ausgebohrt werden unter Verwendung einer herkömmlichen Bohreinrichtung. In dieser Weise kann der Dorn **906** unter Verwendung einer herkömmlichen Bohreinrichtung problemlos entfernt werden.

Der Zementkörper **932** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Zementverbindungen umfassen. Alternativ können anstelle von Zement Aluminium, Gußeisen oder einige andere bohrbare metallische, Verbundstoff- oder Aggregatmaterialien verwendet werden. Der Zementkörper **932** weist im wesentlichen ringförmigen Querschnitt auf.

Die untere Führung **934** ist mit der Aufweitungsbuchse **936** und dem Gehäuse **940** verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung **900** trägt die untere Führung **934** bevorzugt dazu bei, die Bewegung des Dorns **906** in dem rohrförmigen Element **902** zu führen. Die untere Führung **934** weist im wesentlichen ringförmigen Querschnitt auf.

Die untere Führung **934** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Ölfeldrohren, aus Niedriglegierungsstahl oder Edelstahl. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die untere Führung **934** aus

Niedriglegierungsstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Dehnfestigkeit bereitzustellen. Die Außenseite der unteren Führung **934** paßt bevorzugt mit der Innenseite des rohrförmigen Elements **902** zusammen, um einen Gleitsitz bereitzustellen.

Die Aufweitungsbuchse **936** ist mit der unteren Führung **934** und dem Gehäuse **940** verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung **900** unterstützt die Aufweitungsbuchse **936** die Führung der Bewegung des Dorns **906** innerhalb des rohrförmigen Elements **902**. Die Aufweitungsbuchse **936** weist bevorzugt im wesentlichen ringförmigen Querschnitt auf.

Die Aufweitungsbuchse **936** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Ölfeldrohren, Niedriglegierungsstahl oder Edelstahl. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Aufweitungsbuchse **936** aus Niedriglegierungsstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Dehnfestigkeit bereitzustellen. Die Außenseite der Aufweitungsbuchse **936** paßt bevorzugt mit der Innenseite des rohrförmigen Elements **902** zusammen, um einen Gleitsitz bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Aufweitungsbuchse **936** und die untere Führung **934** als integrales einstückiges Element gebildet, um die Anzahl an Bauteilen zu minimieren und die Festigkeit der Vorrichtung zu erhöhen.

Der Abstandhalter **938** ist mit der Dichtungsbuchse **942** verbunden. Der Abstandhalter **938** umfaßt bevorzugt den Fluiddurchlaß **952** und ist dazu ausgelegt, mit dem Aufweitungsrohr **906** des Schuhs **908** zusammenzupassen. Auf diese Weise kann ein Stopfen oder Anker von der Oberfläche aus durch die Fluiddurchlässe **918** und **952** in den Fluiddurchlaß **962** hinein gefördert werden. Bevorzugt weist der Abstandhalter **938** im wesentlichen ringförmigen Querschnitt auf.

Der Abstandhalter **938** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Stahl, Aluminium oder Gußeisen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Abstandhalter **938** aus Aluminium hergestellt, um in optimaler Weise Ausbohrbarkeit bzw. Bohrbarkeit bereitzustellen. Das Ende des Abstandhalters **938** paßt bevorzugt mit dem Ende des Aufweitungsrohrs **960** zusammen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind der Abstandhalter **938** und die Dichtungsbuchse **942** als integrales einstückiges Element gebildet, um die Anzahl an Bauteilen zu verringern und die Festigkeit der Vorrichtung zu erhöhen.

Das Gehäuse **940** ist mit der unteren Führung **934**, der Aufweitungsbuchse **936**, dem Aufweitungskonus **928**, dem Zementkörper **932** und dem unteren Konushalter **930** verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung **900** verhindert das Gehäuse **940** bevorzugt eine innere radiale Bewegung des Aufweitungskonus **928**. Bevorzugt weist das Gehäuse **940** im wesentlichen ringförmigen Querschnitt auf.

Das Gehäuse **940** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Ölfeldrohren, Niedriglegierungsstahl oder Edelstahl. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Gehäuse **940** aus Niedriglegierungsstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Dehnfestigkeit bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die untere Führung **934**, die Aufweitungsbuchse **936** und das Gehäuse **940** als integrales einstückiges Element gebildet, um die Anzahl an Bauteilen zu minimieren und die Festigkeit der Vorrichtung zu erhöhen.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Innenseite des Gehäuses **940** einen oder mehrere

Vorsprünge zur Erleichterung der Verbindung zwischen dem Gehäuse **940** und dem Zementkörper **932**.

Die Dichtungsbuchse **942** ist mit dem Tragelement **904**, dem Zementkörper **932**, dem Abstandhalter **938** und dem oberen Konushalter **944** verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung stellt die Dichtungsbuchse **942** bevorzugt eine Abstützung für den Dorn **906** bereit. Die Dichtungsbuchse **942** ist bevorzugt mit dem Tragelement **904** unter Verwendung der Kupplung **922** verbunden. Bevorzugt weist die Dichtungsbuchse **942** im wesentlichen ringförmigen Querschnitt auf.

Die Dichtungsbuchse **942** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie beispielsweise Stahl, Aluminium oder Gußeisen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dichtungsbuchse **942** aus Aluminium hergestellt, um in optimaler Weise Bohrbarkeit bzw. Ausbohrbarkeit der Dichtungsbuchse **942** bereitzustellen.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Außenseite der Dichtungsbuchse **942** einen oder mehrere Vorsprünge, um die Verbindung zwischen der Dichtungsbuchse **942** und dem Zementkörper **932** zu erleichtern.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform sind der Abstandhalter **938** und die Dichtungsbuchse **942** integral als einstückiges Element gebildet, um die Anzahl an Komponenten zu minimieren.

Der obere Konushalter **944** ist mit dem Aufweitungskonus **928**, der Dichtungsbuchse **942** und dem Zementkörper **932** verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung **900** verhindert der obere Konushalter **944** bevorzugt eine axiale Bewegung des Aufweitungskonus **928**. Bevorzugt weist der obere Konushalter **944** im wesentlichen ringförmigen Querschnitt auf.

Der obere Konushalter **944** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Stahl, Aluminium oder Gußeisen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der obere Konushalter **944** aus Aluminium hergestellt, um in optimaler Weise Bohrbarkeit bzw. Ausbohrbarkeit des oberen Konushalters **944** bereitzustellen.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform weist der obere Konushalter **944** eine Querschnittsform auf, die dazu ausgelegt ist, erhöhte Steifigkeit bzw. Festigkeit bereitzustellen. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform weist der obere Konushalter **944** eine Querschnittsform auf, die im wesentlichen I-förmig ist, um eine erhöhte Festigkeit bereitzustellen und die Materialmenge zu minimieren, die ausgebohrt werden muß.

Der Schmierdorn **946** ist mit dem Halter **924**, dem Gummibecher **926**, dem oberen Konushalter **944**, der Schmierbuchse **948** und der Führung **950** verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung **900** enthält der Schmierdorn **946** bevorzugt den Schmiermittellkörper in dem ringförmigen Bereich **972** zum Schmieren der Grenzfläche zwischen dem Dorn **906** und dem rohrförmigen Element **902**. Bevorzugt weist der Schmierdorn **946** im wesentlichen ringförmigen Querschnitt auf.

Der Schmierdorn **946** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Stahl, Aluminium oder Gußeisen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Schmierdorn **946** aus Aluminium hergestellt, um in optimaler Weise Bohrbarkeit bzw. Ausbohrbarkeit des Schmierdorns **946** bereitzustellen.

Die Schmierbuchse **948** ist mit dem Schmierdorn **946**, dem Halter **924**, dem Gummibecher **926**, dem oberen Konushalter **944**, der Schmierbuchse **948** und der Führung **950**

verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung **900** trägt die Schmierbuchse **948** bevorzugt den Ringbecher **926**. Bevorzugt weist die Schmierbuchse **948** im wesentlichen ringförmigen Querschnitt auf.

Die Schmierbuchse **948** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Stahl, Aluminium oder Gußeisen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Schmierbuchse **948** aus Aluminium hergestellt, um in optimaler Weise Bohrbarkeit bzw. Ausbohrbarkeit der Schmierbuchse **948** bereitzustellen.

Wie aus **Fig. 9c** hervorgeht, wird die Schmierbuchse **948** durch den Schmierdorn **946** getragen bzw. gestützt. Die Schmierbuchse **948** trägt ihrerseits den Gummibecher **926**. Der Halter **924** verbindet den Gummibecher **926** mit der Schmierbuchse **948**. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind Dichtungen **949a** und **949b** zwischen dem Schmierdorn **946**, der Schmierbuchse **948** und dem Gummibecher **926** vorgesehen, um in optimaler Weise den inneren Bereich **972** des rohrförmigen Elements **902** abzudichten.

Die Führung **950** kann mit dem Schmierdorn **946**, dem Halter **924** und der Schmierbuchse **948** verbunden sein. Während des Betriebs der Vorrichtung **900** führt die Führung **950** bevorzugt die Vorrichtung auf dem Tragelement **904**. Bevorzugt weist die Führung **950** im wesentlichen ringförmigen Querschnitt auf.

Die Führung **950** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Stahl, Aluminium oder Gußeisen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Führung **950** aus Aluminium hergestellt, um in optimaler Weise Bohrbarkeit bzw. Ausbohrbarkeit der Führung **950** bereitzustellen.

Der Fluiddurchlaß **952** ist mit dem Dorn **906** verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung fördert der Fluiddurchlaß **952** bevorzugt aushärtbare Fluidmaterialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **952** über der Mittenlinie der Vorrichtung **900** angeordnet. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **952** dazu ausgelegt, aushärtbare Fluidmaterialien mit Drücken und einem Durchsatz zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise Drücke und Durchsätze bereitzustellen, um Fluide während der Installation der Vorrichtung zu verschieben und umzuwälzen.

Die verschiedenen Elemente des Dorns **906** können unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von Prozessen verbunden sein, wie etwa beispielsweise durch Schraubverbindungen, Schweißverbindungen oder durch Zementieren. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die verschiedenen Elemente des Dorns **906** unter Verwendung von Schraubverbindungen und durch Zementieren verbunden.

Der Schuh **908** umfaßt bevorzugt ein Gehäuse **954**, einen Zementkörper **956**, eine Dichtungsbuchse **958**, ein Aufweitungsrohr **960**, einen Fluiddurchlaß **962** und eine oder mehrere Auslaßdüsen **964**.

Das Gehäuse **954** ist mit dem Zementkörper **956** und dem unteren Abschnitt **914** des rohrförmigen Elements **902** verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung **900** verbindet das Gehäuse **954** bevorzugt den unteren Abschnitt des rohrförmigen Elements **902** mit dem Schuh **908**, um das Aufweiten und Positionieren des rohrförmigen Elements **902** zu erleichtern. Bevorzugt weist das Gehäuse **954** im wesentlichen ringförmigen Querschnitt auf.

Das Gehäuse **954** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, beispielsweise aus Stahl oder Aluminium. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Gehäuse

954 aus Aluminium hergestellt, um in optimaler Weise Bohrbarkeit bzw. Ausbohrbarkeit des Gehäuses **954** bereitzustellen.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Innenseite des Gehäuses **954** einen oder mehrere Vorsprünge zur Erleichterung der Verbindung zwischen dem Zementkörper **956** und dem Gehäuse **954**.

Der Zementkörper **956** ist mit dem Gehäuse **954** und der Dichtungsbuchse **958** verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Zusammensetzung des Zementkörpers **956** so gewählt, daß sie erlaubt, den Zementkörper problemlos unter Verwendung herkömmlicher Bohrmaschinen und Prozesse auszubohren.

Die Zusammensetzung des Zementkörpers **956** kann eine beliebige Anzahl von Zementzusammensetzungen umfassen. Gemäß einer alternativen bevorzugten Ausführungsform kann ein bohrbares Material, beispielsweise Aluminium oder Eisen, anstelle des Zementkörpers **956** vorgesehen sein.

Die Dichtungsbuchse **958** ist mit dem Zementkörper **956**, dem Aufweitungsrohr **960**, dem Fluiddurchlaß **962** und einem oder mehreren Auslaßdüsen **964** verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung **900** ist die Dichtungsbuchse **958** bevorzugt dazu ausgelegt, ein aushärtbares Fluidmaterial **952** in den Fluiddurchlaß **962** hinein und daraufhin in die Auslaßdüsen **964** zu fördern, um das aushärtbare Fluidmaterial in den ringförmigen Bereich außerhalb des rohrförmigen Elements **902** einzuspritzen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt während des Betriebs der Vorrichtung **900** die Dichtungsbuchse **958** außerdem eine Einlaßgeometrie, die es erlaubt, daß ein herkömmlicher Stopfen oder Anker **964** im Einlaß der Dichtungsbuchse **958** untergebracht werden kann. Auf diese Weise kann der Fluiddurchlaß **962** blockiert bzw. zugesetzt werden, wodurch der innere Bereich **966** des rohrförmigen Elements **902** fluidmäßig isoliert wird.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist die Dichtungsbuchse **958** im wesentlichen einen ringförmigen Querschnitt auf. Die Dichtungsbuchse **958** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Stahl, Aluminium oder Gußeisen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die Dichtungsbuchse **958** aus Aluminium hergestellt, um in optimaler Weise die Bohrbarkeit bzw. Ausbohrbarkeit der Dichtungsbuchse **958** bereitzustellen.

Das Aufweitungsrohr **960** ist mit der Dichtungsbuchse **958**, dem Fluiddurchlaß **962** und einem oder mehreren Auslaßdüsen **964** verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung **900** ist das Aufweitungsrohr **960** bevorzugt dazu ausgelegt, ein aushärtbares Fluidmaterial von bzw. aus dem Fluiddurchlaß **962** in den Fluiddurchlaß **962** und daraufhin in die Auslaßdüsen **964** zu fördern, um das aushärtbare Fluidmaterial in den ringförmigen Bereich außerhalb des rohrförmigen Elements **902** einzuspritzen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt während des Betriebs der Vorrichtung **900** die Dichtungsbuchse **960** außerdem eine Einengungsgeometrie, die es erlaubt, daß ein herkömmlicher Stopfen oder Anker **974** in dem Einlaß der Dichtungsbuchse **958** untergebracht wird. Auf diese Weise wird der Fluiddurchlaß **962** blockiert bzw. versperrt, wodurch der innere Bereich **966** des rohrförmigen Elements **902** fluidmäßig isoliert wird. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform paßt ein Ende des Aufweitungsrohrs **960** mit einem Ende des Abstandhalters **938** zusammen, um in optimaler Weise die Materialübertragung zwischen den beiden zu erleichtern.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist das

Aufweitungsrohr **960** einen im wesentlichen ringförmigen Querschnitt auf. Das Aufweitungsrohr **960** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Stahl, Aluminium oder Gußeisen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Aufweitungsrohr **960** aus Aluminium hergestellt, um in optimaler Weise die Bohrbarkeit bzw. Ausbohrbarkeit des Aufweitungsrohrs **960** bereitzustellen.

Der Fluiddurchlaß **962** ist mit der Dichtungsbuchse **958**, dem Aufweitungsrohr **960** und einem oder mehreren Auslaßdüsen **964** verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung **900** fördert der Fluiddurchlaß **962** bevorzugt aushärtbare Fluidmaterialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **962** über der Mittellinie der Vorrichtung **900** angeordnet. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **962** dazu ausgelegt, aushärtbare Fluidmaterialien mit Drücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise Fluide mit betriebsmäßig wirksamen Durchsätzen bereitzustellen.

Die Auslaßdüsen **964** sind mit der Dichtungsbuchse **958**, dem Aufweitungsrohr **960** und dem Fluiddurchlaß **962** verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung **900** fördern die Auslaßdüsen **964** bevorzugt aushärtbares Fluidmaterial von dem Fluiddurchlaß **962** zu dem Bereich außerhalb der Vorrichtung **900**. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Schuh **908** mehrere Auslaßdüsen **964**.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Auslaßdüsen **964** Durchlässe, die in das Gehäuse **954** und den Zementkörper **956** gebohrt sind, um den Aufbau der Vorrichtung **900** zu vereinfachen.

Die verschiedenen Elemente des Schuhs **908** können unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen Prozessen verbunden sein, wie beispielsweise durch Gewindeverbindungen, durch Zement oder durch einstückige Materialherstellung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die verschiedenen Elemente des Schuhs **908** unter Verwendung von Zement verbunden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die Anordnung **900** im wesentlichen so betrieben, wie vorstehend unter Bezug auf **Fig. 1** bis **8** erläutert, um einen neuen Verschalungsabschnitt in einer Schachtbohrung zu erzeugen, oder um eine Schachtbohrungs-Verschalung oder Rohrleitung zu reparieren.

Um eine Schachtbohrung in eine unterirdische Formation vorzutreiben, wird insbesondere ein Bohrgestänge in an sich bekannter Weise verwendet, um Material aus der unterirdischen Formation zur Bildung eines neuen Abschnitts auszubohren.

Die Vorrichtung **900** zur Bohrung einer Schachtbohrungs-Verschalung in einer unterirdischen Formation wird daraufhin in dem neuen Abschnitt der Schachtbohrung positioniert. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung **900** das rohrförmige Element **915**. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das aushärtbare Fluidichtungsmaterial daraufhin von einer Oberflächenstelle in den Fluiddurchlaß **918** gepumpt. Das aushärtbare Fluidichtungsmaterial gelangt daraufhin von dem Fluiddurchlaß **918** in den inneren Bereich **966** des rohrförmigen Elements **902** unter dem Dorn **906**. Das aushärtbare Fluidichtungsmaterial gelangt daraufhin vom inneren Bereich **966** in den Fluiddurchlaß **962**. Das aushärtbare Fluidichtungsmaterial verläßt daraufhin die Vorrichtung **900** über die Auslaßdüsen **964** und füllt einen ringförmigen Bereich zwischen dem Äußeren des rohrförmigen Elements **902** und der Innenwandung des neuen Abschnitts der

Schachtbohrung. Fortgesetzte Pumpen des aushärtbaren Fluidichtungsmaterials veranlaßt dieses dazu, zumindest einen Teil des ringförmigen Bereichs aufzufüllen.

Das aushärtbare Fluidichtungsmaterial wird bevorzugt in den ringförmigen Bereich mit Drücken und Durchsätzen gepumpt, die beispielsweise von etwa 0 bis 5.000 psi bzw. 0 bis 1.500 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das aushärtbare Fluidichtungsmaterial in den ringförmigen Bereich mit Drücken und Durchsätzen gepumpt, die für den speziellen Schachtbohrungsabschnitt ausgelegt sind, um die Verschiebung des aushärtbaren Fluidichtungsmaterials zu optimieren, während keine Umwälzdrücke erzeugt werden, die hinreichen, daß die Umwälzung verlorengeht, und die dazu führen, daß die Schachtbohrung einbricht. Die optimalen Drücke und Durchsätze werden bevorzugt unter Verwendung herkömmlicher empirischer Methoden ermittelt.

Das aushärtbare Fluidichtungsmaterial kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen aushärtbaren Fluidichtungsmaterialien umfassen, wie etwa beispielsweise Schlackengemisch, Zement oder Epoxidharz. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das aushärtbare Fluidichtungsmaterial gemischte Zemente, die spezielle für den Schachtabschnitt ausgelegt sind, der ausgekleidet werden soll, und die erhältlich sind von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas, um in optimaler Weise eine Abstützung für das neue rohrförmige Element bereitzustellen, während optimale Strömungseigenschaften außerdem beibehalten werden, um betriebsmäßige Schwierigkeiten während der Verschiebung des Zements in dem ringförmigen Bereich zu minimieren. Die optimale Zusammensetzung der gemischten Zemente wird bevorzugt unter Verwendung herkömmlicher empirischer Methoden ermittelt.

Der ringförmige Bereich wird bevorzugt mit dem aushärtbaren Fluidichtungsmaterial in ausreichenden Mengen gefüllt, um sicherzustellen, daß bei radialer Aufweitung des rohrförmigen Elements **902** der ringförmige Bereich des neuen Abschnitts der Schachtbohrung mit aushärtbarem Material gefüllt wird.

Sobald der ringförmige Bereich in angemessener Weise mit aushärtbarem Fluidichtungsmaterial gefüllt ist, wird ein Stopfen oder Anker oder eine ähnliche Einrichtung bevorzugt in den Fluiddurchlaß **962** eingeführt, um dadurch den inneren Bereich **966** des rohrförmigen Elements **902** von dem äußeren ringförmigen Bereich zu isolieren. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird daraufhin ein nicht aushärtbares Fluidmaterial in den inneren Bereich **966** gepumpt, um den inneren Bereich **966** unter Druck zu setzen. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird ein Stopfen oder Anker **974** oder eine ähnliche Einrichtung bevorzugt in den Fluiddurchlaß **962** durch Einführen des Stopfens oder Ankers **974** oder einer anderen Einrichtung in das nicht aushärtbare Fluidmaterial eingeführt. Auf diese Weise wird die Menge an ausgehärtetem Material im Innern der rohrförmigen Elemente **902** und **915** minimiert.

Sobald der innere Bereich **966** ausreichend unter Druck gesetzt ist, werden die rohrförmigen Elemente **902** und **915** von dem Dorn **906** weggepreßt. Der Dorn **906** kann stationär sein oder er kann aufweitbar sein. Während des Aufweitungsprozesses wird der Dorn **906** aus den aufgeweiteten Abschnitten der rohrförmigen Elemente **902** und **915** unter Verwendung des Tragelements **904** herausgehoben. Während dieses Aufweitungsprozesses ist der Schuh **908** bevorzugt im wesentlichen stationär.

Der Stopfen oder Anker **974** wird bevorzugt in den Fluiddurchlaß **962** durch Einführen des Stopfens oder Ankers **974** in den Fluiddurchlaß **918** an einer Oberflächenstelle in her-

kömmlicher Weise plaziert. Der Stopfen oder Anker **974** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Einrichtungen zum Verstopfen bzw. Versperren eines Fluiddurchlasses umfassen, wie etwa beispielsweise einen Multiple-Stage-Cement(MSC)-Verriegelungsstopfen, einen Omega-Verriegelungsstopfen oder einen Drei-Wischer-Verriegelungsstopfen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Stopfen oder Anker **974** einen MSC-Verriegelungsstopfen, erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas.

Nach Platzierung des Stopfens oder Ankers **974** in dem Fluiddurchlaß **962** wird das nicht aushärtbare Fluidmaterial bevorzugt in den inneren Bereich **966** mit Drücken und Durchsätzen gepumpt, die von etwa 500 bis 9.000 psi bzw. 40 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise die rohrförmigen Elemente **902** und **915** von dem Dorn **906** wegzupressen.

Für typische rohrförmige Elemente **902** und **915** wird das Pressen der rohrförmigen Elemente **902** und **915** weg von dem aufweitbaren Dorn eingeleitet, wenn der Druck im inneren Bereich **966** ungefähr 500 bis 9.000 psi reicht. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform beginnt das Pressen der rohrförmigen Elemente **902** und **915** weg von dem Dorn **906** dann, wenn der Druck des inneren Bereichs **966** ungefähr 1.200 bis 8.500 psi mit einem Durchsatz von etwa 40 bis 1.250 Gallonen/Minute erreicht.

Während des Aufweitungsprozesses kann der Dorn **906** aus den aufgeweiteten Abschnitten der rohrförmigen Elemente **902** und **915** mit Geschwindigkeiten hochgezogen werden von beispielsweise etwa 0 bis 5 Fuß/s. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Dorn **906** während des Wegpreß- bzw. Aufweitungsprozesses aus den aufgeweiteten Abschnitten der rohrförmigen Elemente **902** und **915** mit Geschwindigkeiten herausgezogen, die von etwa 0 bis 2 Fuß/s reichen, um in optimaler Weise Ziehgeschwindigkeiten bereitzustellen, die ausreichen, damit ein ausreichender Betrieb möglich ist, und damit ein vollständiges Aufweiten der rohrförmigen Elemente **902** und **915** vor dem Aushärten des aushärtbaren Fluidichtungsmaterials möglich ist; diese Geschwindigkeit ist jedoch nicht so schnell, daß eine zeitgerechte Einstellung der Betriebsparameter während des Betriebs verhindert wird.

Wenn der obere Endabschnitt des rohrförmigen Elements **915** von dem Dorn **906** weggepreßt wird, kontaktiert die Außenseite des oberen Endabschnitts des rohrförmigen Elements **915** bevorzugt die Innenseite des unteren Endabschnitts der existierenden Verschalung, um eine fluiddichte Überlappungsverbindung zu bilden. Der Kontaktdruck der Überlappungsverbindung kann beispielsweise von ungefähr 50 bis 20.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Kontaktdruck der Überlappungsverbindung zwischen dem oberen Ende des rohrförmigen Elements **915** und dem existierenden Abschnitt der Schachtbohrungs-Verschalung von ungefähr 400 bis 10.000 psi, um in optimaler Weise einen Kontaktdruck bereitzustellen, um die Dichtungselemente zu aktivieren und einen optimalen Widerstand bereitzustellen, so daß das rohrförmige Element **915** und die existierende Schachtbohrungs-Verschalung typische Spannungs- und Drucklasten aufzunehmen vermögen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden der Betriebsdruck und der Durchsatz des nicht aushärtbaren Fluidichtungsmaterials in gesteuerter Weise stufenweise erniedrigt, wenn der Dorn **906** den oberen Endabschnitt des rohrförmigen Elements **915** erreicht. Auf diese Weise kann eine plötzliche Druckfreigabe, verursacht durch ein voll-

ständiges Pressen des rohrförmigen Elements **915** weg von dem aufweitbaren Dorn **906** minimiert werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Betriebsdruck im wesentlichen in linearer Weise von 100% auf etwa 10% während des Endes des Aufweitungsprozesses beginnend dann verringert, wenn der Dorn **906** ungefähr die gesamte Arbeit bis auf die letzten 5 Fuß Extrusionsprozeß beendet hat.

Gemäß einer alternativen bevorzugten Ausführungsform werden der Betriebsdruck und/oder der Durchsatz des aushärtbaren Fluiddichtungsmaterials und/oder des nicht aushärtbaren Fluiddichtungsmaterials während sämtlicher Betriebsphasen der Vorrichtung **900** gesteuert, um Stöße zu verhindern.

Alternativ oder in Kombination ist ein Stoßabsorber in dem Tragelement **904** vorgesehen, um den Stoß zu absorbieren, der durch eine plötzliche Druckfreigabe hervorgerufen ist.

Alternativ oder in Kombination ist eine Dorneinfangsstruktur über dem Tragelement **904** vorgesehen, um den Dorn **906** einzufangen oder zumindest zu verzögern bzw. abzubremesen.

Sobald der Aufweitungsprozeß beendet ist, wird der Dorn **906** aus der Schachtbohrung entfernt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird entweder vor oder nach der Entfernung des Dorns **906** die Unversehrtheit der Fluiddichtung der Überlappungsverbindung zwischen dem oberen Abschnitt des rohrförmigen Elements **915** und dem unteren Abschnitt der existierenden Verschalung unter Verwendung herkömmlicher Methoden getestet. Wenn die Fluiddichtung der Überlappungsverbindung zwischen dem oberen Abschnitt des rohrförmigen Elements **915** und dem unteren Abschnitt der existierenden Verschalung zufriedenstellend ist, wird der nicht ausgehärtete Abschnitt von jeglichem aushärtbaren Fluiddichtungsmaterial innerhalb des aufgeweiteten rohrförmigen Elements **915** in herkömmlicher Weise entfernt. Das aushärtbare Fluiddichtungsmaterial innerhalb des ringförmigen Bereichs zwischen dem aufgeweiteten rohrförmigen Element **915** und der existierenden Verschalung und dem neuen Abschnitt der Schachtbohrung wird daraufhin aushärten gelassen.

Bevorzugt für jegliches verbleibende ausgehärtete aushärtbare Fluiddichtungsmaterial im Innern der aufgeweiteten rohrförmigen Elemente **902** und **915** daraufhin in herkömmlicher Weise unter Verwendung eines herkömmlichen Bohrgestänges entfernt. Der resultierende neue Verschalungsabschnitt umfaßt bevorzugt die aufgeweiteten rohrförmigen Elemente **902** und **915** und eine äußere ringförmige Schicht aus ausgehärtetem aushärtbarem Fluiddichtungsmaterial. Der Bodenabschnitt der Vorrichtung **900**, umfassend den Schuh **908**, kann daraufhin durch Ausbohren des Schuhs **908** unter Verwendung herkömmlicher Bohrverfahren entfernt werden.

Während des Aufweitungsprozesses kann es gemäß einer alternativen Ausführungsform erforderlich sein, die gesamte Vorrichtung **900** aus dem Innern der Schachtbohrung aufgrund einer Fehlfunktion zu entfernen. Unter diesen Umständen wird ein herkömmliches Bohrgestänge verwendet, um die inneren Abschnitte der Vorrichtung **900** auszubohren, um die Entfernung der verbleibenden Abschnitte zu erleichtern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die inneren Elemente der Vorrichtung **900** aus Materialien, wie etwa beispielsweise Zement und Aluminium, hergestellt, wodurch ein herkömmliches Bohrgestänge verwendet werden kann, um die inneren Bestandteile bzw. Bauteile auszubohren.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Zusammensetzung der inneren Abschnitte des Dorns **906**

und des Schuhs **908** insbesondere einen oder mehrere Zementkörper **932**, den Abstandhalter **938**, die Dichtungsbuchse **942**, den oberen Konushalter **944**, den Schmierdorn **946**, die Schmierbuchse **948**, die Führung **950**, das Gehäuse **954**, den Zementkörper **956**, die Dichtungsbuchse **958** und das Aufweitungsrohr **960**, die ausgewählt sind, um es zu ermöglichen, damit zumindest einige dieser Bauteile unter Verwendung herkömmlicher Bohrverfahren und Bohrvorrichtungen ausgebohrt werden können. Auf diese Weise kann im Fall einer Fehlfunktion lochabwärts die Vorrichtung **900** problemlos aus der Schachtbohrung entfernt werden.

Unter Bezug auf **Fig. 10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10f** und **10g** werden nunmehr ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Erzeugen einer Rückbindungsauskleidung in einer Schachtbohrung erläutert. Wie in **Fig. 10a** gezeigt, ist eine Schachtbohrung **1000** in einer unterirdischen Formation **1002** angeordnet und umfaßt eine erste Verschalung **1004** und eine zweite Verschalung **1006**.

Die erste Verschalung **1004** umfaßt bevorzugt eine rohrförmige Auskleidung **1008** und einen Zementring **1010**. Die zweite Verschalung **1006** umfaßt bevorzugt eine rohrförmige Auskleidung **1012** und einen Zementring **1014**. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die zweite Verschalung **1006** gebildet durch Aufweiten eines rohrförmigen Elements im wesentlichen so wie vorstehend unter Bezug auf **Fig. 1** bis **9c** oder nachfolgend unter Bezug auf **Fig. 11a** bis **11f** erläutert.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform überlappt ein oberer Abschnitt der rohrförmigen Auskleidung **1012** den unteren Abschnitt der rohrförmigen Auskleidung **1008**. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Außenseite des oberen Abschnitts der rohrförmigen Auskleidung **1012** ein oder mehrere Dichtungselemente **1016** zum Bereitstellen einer Fluiddichtung zwischen den rohrförmigen Auskleidungen **1008** und **1012**.

Um eine Rückbindungsauskleidung zu erzeugen, welche sich ausgehend von der Überlappung zwischen den ersten und zweiten Verschalungen **1004** und **1006** erstreckt, ist, wie in **Fig. 10b** gezeigt, eine Vorrichtung **1100** bevorzugt vorgesehen, die einen aufweitbaren Dorn bzw. einen Molch **1105**, ein rohrförmiges Element **1110**, einen Schuh **1115**, eine oder mehrere Becherdichtungen **1120**, einen Fluiddurchlaß **1130**, einen Fluiddurchlaß **1135**, einen oder mehrere Fluiddurchlässe **1140**, Dichtungen **1145** und ein Tragelement **1150** umfaßt.

Der aufweitbare Dorn bzw. der Molch **1105** ist mit dem Tragelement **1150** verbunden und durch dieses abgestützt. Der aufweitbare Dorn **1105** ist bevorzugt dazu ausgelegt, in radialer Richtung gesteuert aufzuweiten. Der aufweitbare Dorn **1105** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen aufweitbaren Dornen umfassen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der aufweitbare Dorn **1105** ein hydraulisches Aufweitungswerkzeug, welches im wesentlichen in der US-A-5 348 095 offenbart ist, deren Offenbarungsgelt hiermit unter Bezugnahme zum Gegenstand der vorliegenden Anmeldung erklärt wird.

Das rohrförmige Element **1110** ist mit dem aufweitbaren Dorn **1105** verbunden und durch diesen abgestützt. Das rohrförmige Element **1105** wird in der radialen Richtung aufgeweitet und von dem aufweitbaren Dorn **1105** weggepreßt. Das rohrförmige Element **1110** kann aus einer beliebigen Anzahl von Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Chrom-13-Rohren oder Kunststoffrohren. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das rohrförmige Element **1110** aus Oil-

field Country Tubular Goods hergestellt.

Die Innen- und Außendurchmesser des rohrförmigen Elements **1110** können beispielsweise von ungefähr 0,75 bis 47 Inch bzw. 1,05 bis 48 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reichen die Innen- und Außendurchmesser des rohrförmigen Elements **1110** von etwa 3 bis 15,5 Inch bzw. 3,5 bis 16 Inch, um in optimaler Weise eine Überdeckung bzw. Abdeckung für typische Ölfeldverschalungsgrößen bereitzustellen. Das rohrförmige Element **1110** umfaßt bevorzugt ein massives Element.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der obere Endabschnitt des rohrförmigen Elements **1110** geschlitzt, perforiert oder anderweitig modifiziert, um den Dorn **1105** einzufangen oder abzubremesen, wenn er das Aufweiten des rohrförmigen Elements **1110** beendet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Länge des rohrförmigen Elements **1110** begrenzt, um die Möglichkeit einer Knickverformung zu minimieren. Für typische Materialien des rohrförmigen Elements **1110** ist die Länge des rohrförmigen Elements **1110** bevorzugt begrenzt auf zwischen etwa 40 bis 20.000 Fuß Länge.

Der Schuh **1115** ist mit dem aufweitbaren Dorn **1105** und dem rohrförmigen Element **1110** verbunden. Der Schuh **1115** umfaßt den Fluiddurchlaß **1135**. Der Schuh **1115** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Schuhen umfassen, wie etwa beispielsweise einen Super-Seal-II-Schwimmschuh, einen Super-Seal-II-Down-Jet-Schwimmschuh oder einen Führungsschuh mit einer Dichtungsbuchse für einen Verriegelungsstopfen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Schuh **1115** einen Aluminium-Down-Jet-Führungsschuh mit einer Dichtungsbuchse für einen Verriegelungsstopfen mit seitlichen Öffnungen, die von der Auslaßströmungsöffnung strahlenförmig nach außen weg verlaufen, erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung, um in optimaler Weise das Führungselement **1100** zu der Überlappung zwischen dem rohrförmigen Element **1100** und der Verschalung **1012** zu führen, wird das Innere des rohrförmigen Elements **1100** optimal fluidmäßig isoliert, nachdem der Verriegelungsstopfen positioniert wurde, und es wird optimal ein Ausbohren des Schuhs **1115** nach Beendigung der Aufweitungs- und Zementierungsvorgänge ermöglicht.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Schuh **1115** eine oder mehrere seitliche Auslaßöffnungen **1140** in Fluidverbindung mit dem Fluiddurchlaß **1135**. Auf diese Weise spritzt der Schuh **1115** aushärtbares Fluidichtungsmaterial in den Bereich außerhalb des Schuhs **1115** und des rohrförmigen Elements **1110**. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Schuh **1115** einen oder mehrere Fluiddurchlässe **1140** jeweils mit einer Einlaßgeometrie, die geeignet ist, einen Anker und/oder ein Kugeldichtungselement aufzunehmen. Auf diese Weise können die Fluiddurchlässe **1140** abgedichtet werden durch Einführen eines Stopfens, Ankers und/oder von Kugeldichtungselementen in den Fluiddurchlaß **1130**.

Die Becherdichtung **1120** ist mit dem Tragelement **1150** verbunden und durch dieses abgestützt. Die Becherdichtung **1120** verhindert, daß Fremdmaterialien in den inneren Bereich des rohrförmigen Elements **1110** benachbart zu dem aufweitbaren Dorn **1105** eindringen. Die Becherdichtung **1120** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Becherdichtungen umfassen, wie etwa beispielsweise TP-Becher oder Selective-Injection-Packer(SIP)-Becher, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevor-

zugten Ausführungsform umfaßt die Becherdichtung **1120** einen SIP-Becher, erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas, um in optimaler Weise eine Barriere für Schmutz bereitzustellen und einen Schmiermittelkörper aufzunehmen.

Der Fluiddurchlaß **1130** erlaubt es, daß Fluidmaterialien zum Innern des rohrförmigen Elements **1100** unterhalb des aufweitbaren Dorns **1105** und von diesem weg transportiert werden. Der Fluiddurchlaß **1130** ist mit dem Tragelement **1150** und dem aufweitbaren Dorn **1105** verbunden und in diesen angeordnet. Der Fluiddurchlaß **1130** erstreckt sich bevorzugt ausgehend von einer Position benachbart zu der Oberfläche des Bodens des aufweitbaren Dorns **1105**. Der Fluiddurchlaß **1130** ist bevorzugt entlang einer Mittellinie der Vorrichtung **1100** positioniert. Der Fluiddurchlaß **1130** ist bevorzugt so gewählt, daß er Materialien, wie etwa Zement, Bohrschlamm oder Epoxidharze mit Durchsätzen und Drücken fördert, die von etwa 0 bis 3.000 Gallonen/Minute bzw. 0 bis 9.000 psi reichen, um in optimaler Weise ausreichende Betriebsdrücke bereitzustellen, um Fluide mit betriebsmäßig wirksamen Geschwindigkeiten umzuwälzen.

Der Fluiddurchlaß **1135** erlaubt es, daß Fluidmaterialien vom dem Fluiddurchlaß **1130** zum Innern des rohrförmigen Elements **1110** unterhalb des Dorns **1105** transportiert werden.

Die Fluiddurchlässe **1140** erlauben es, daß Fluidmaterialien zu dem Bereich außerhalb des rohrförmigen Elements **1110** und des Schuhs **1115** und von diesem weg transportiert werden. Die Fluiddurchlässe **1140** sind mit dem Schuh **1115** verbunden und innerhalb desselben angeordnet in Fluidverbindung mit dem inneren Bereich des rohrförmigen Elements **1110** unter dem aufweitbaren Dorn **1105**. Die Fluiddurchlässe weisen bevorzugt eine Querschnittsform auf, die es einem Stopfen oder einer ähnlichen Einrichtung erlaubt, in den Fluiddurchlässen **1140** plaziert zu werden, um dadurch einen weiteren Hindurchtritt von Fluidmaterialien zu blockieren. Auf diese Weise kann der innere Bereich des rohrförmigen Elements **1110** unterhalb des aufweitbaren Dorns **1105** fluidmäßig vom dem Bereich außerhalb des rohrförmigen Elements **1110** isoliert werden. Dies erlaubt es, daß der innere Bereich des rohrförmigen Elements **1110** unterhalb des aufweitbaren Dorns **1105** unter Druck gesetzt wird.

Die Fluiddurchlässe **1140** sind bevorzugt entlang der Peripherie des Schuhs **1115** angeordnet. Die Fluiddurchlässe **1140** sind bevorzugt gewählt, um Materialien, wie etwa Zement, Bohrschlamm oder Epoxidharze mit Durchsätzen und Drücken zu fördern, die von etwa 0 bis 3.000 Gallonen/Minute bzw. 0 bis 9.000 psi reichen, um in optimaler Weise den ringförmigen Bereich zwischen dem rohrförmigen Element **1110** und der rohrförmigen Auskleidung **1008** mit Fluidmaterialien zu füllen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Fluiddurchlässe **1140** eine Einlaßgeometrie, die geeignet ist, einen Anker und/oder ein Kugeldichtungselement aufzunehmen. Auf diese Weise können die Fluiddurchlässe **1140** abgedichtet werden, indem ein Stopfen, Anker und/oder Kugeldichtungselemente in den Fluiddurchlaß **1130** eingeführt werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung **1100** mehrere Fluiddurchlässe **1140**.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform umfaßt die Basis des Schuhs **1115** einen einzigen Einlaßdurchlaß, der mit den Fluiddurchlässen **1140** verbunden und dazu ausgelegt ist, einen Stopfen oder eine ähnliche Einrichtung aufzunehmen, damit der innere Bereich des rohrförmigen Elements **1012** fluidmäßig vom Äußeren des rohrförmigen Elements **1110** isoliert werden kann.

Die Dichtungen **1145** sind mit dem unteren Endabschnitt

des rohrförmigen Elements **1110** verbunden und durch die-
sen abgestützt. Die Dichtungen **1145** sind außerdem auf ei-
ner Außenseite des unteren Endabschnitts des rohrförmigen
Elements **1110** angeordnet. Die Dichtungen **1145** erlauben
es, daß die Überlappungsverbindung zwischen dem oberen
Endabschnitt der Verschallung **1012** und dem unteren End-
abschnitt des rohrförmigen Elements **1110** fluidmäßig abge-
dichtet wird.

Die Dichtungen **1145** können eine beliebige Anzahl von
herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungen um-
fassen, wie etwa beispielsweise Blei-, Gummi-, Teflon- oder
Epoxidharzdichtungen, modifiziert in Übereinstimmung mit
den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer be-
vorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungen **1145**
Dichtungen, die aus Stratalock-Epoxidharz geformt sind,
das erhältlich ist von Halliburton Energy Services in Dallas,
Texas, um in optimaler Weise eine Hydraulikdichtung in der
Überlappungsverbindung bereitzustellen, und um in optima-
ler Weise Lasttragfähigkeit bereitzustellen, um den Bereich
typischer Spannungs- und Drucklasten widerstehen zu kön-
nen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die
Dichtungen **1145** gewählt, um in optimaler Weise eine aus-
reichende Reibungskraft zum Abstützen des aufgeweiteten
rohrförmigen Elements **1110** von der rohrförmigen Ausklei-
dung **1108** bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Aus-
führungsform reicht die Reibungskraft, welche durch die
Dichtungen **1145** bereitgestellt wird, von etwa 1.000 bis
1.000.000 lbf bezüglich Spannung und Druck, um in opti-
maler Weise das aufgeweitete rohrförmige Element **1110** ab-
zstützen.

Das Tragelement **1150** ist mit dem aufweitbaren Dorn
1105, dem rohrförmigen Element **1110**, dem Schuh **1115**
und der Dichtung **1120** verbunden. Das Tragelement **1150**
umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element ausreichender
Festigkeit, um die Vorrichtung **1100** in die Brunnenbohrung
1000 hinein zu überführen. Gemäß einer bevorzugten Aus-
führungsform umfaßt das Tragelement **1150** außerdem ei-
nen oder mehrere herkömmliche Zentrierer (nicht gezeigt),
um die Stabilisierung des rohrförmigen Elements zu unter-
stützen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist eine
Schmiermittelmenge **1150** in dem ringförmigen Bereich
über dem aufweitbaren Dorn **1105** im Innern des rohrförmigen
Elements **1110** vorgesehen. Auf diese Weise wird das
Pressen des rohrförmigen Elements **1110** weg von dem auf-
weitbaren Dorn **1105** erleichtert. Das Schmiermittel kann
eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell er-
hältlichen Schmiermitteln umfassen, wie etwa beispiels-
weise Lubriplate, auf Chlor basierende Schmiermittel oder
Climax 1500 Antiseize (3100). Gemäß einer bevorzugten
Ausführungsform umfaßt das Schmiermittel **1150** Climax
1500 Antiseize (3100), erhältlich von Climax Lubricants
and Equipment Co. in Houston, Texas, um in optimaler
Weise eine Schmierung für den Aufweitungsprozeß bereit-
zustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das
Tragelement **1150** vor seinem Anbau an die restlichen Teile
der Vorrichtung **1100** sorgfältig gereinigt. Auf diese Weise
wird das Einführen von Fremdmaterial in die Vorrichtung
1100 minimiert. Dies minimiert die Möglichkeit, daß das
Fremdmaterial die verschiedenen Strömungsdurchlässe und
Ventile der Vorrichtung **1100** zusetzt bzw. verstopft, und es
wird sichergestellt, daß kein Fremdmaterial während des
Aufweitungsprozesses in störenden Eingriff mit dem Auf-
weitungsdorn **1105** gelangt.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform
umfaßt die Vorrichtung **1100** ein Dichtstück **1155**, der mit

dem Bodenabschnitt des Schuhs **1115** zum fluidmäßigen
Isolieren des Bereichs der Schachtbohrung **1000** unter der
Vorrichtung **1100** verbunden ist. Auf diese Weise werden
Fluidmaterialien daran gehindert, in dem Bereich der
Schachtbohrung **1000** unter der Vorrichtung **1100** einzudrin-
gen. Das Dichtstück **1155** kann eine beliebige Anzahl von
herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtstücken
umfassen, wie etwa beispielsweise EZ-Drill-Packer, EZ-SV-
Packer oder ausbohrbare Zementhalter. Gemäß einer bevor-
zugten Ausführungsform umfaßt das Dichtstück einen EZ-
Drill-Packer, erhältlich von Halliburton Energy Services in
Dallas, Texas. Gemäß einer alternativen Ausführungsform
kann eine Gel-Pille hoher Festigkeit unter der Rückbindung
anstelle des Dichtstücks **1155** angeordnet werden. Gemäß
einer weiteren alternativen Ausführungsform kann das
Dichtstück **1155** weggelassen sein.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden vor
oder nach dem Positionieren der Vorrichtung **1100** innerhalb
der Schachtbohrung **1000** mehrere Schachtbohrungsvolu-
mina umgewälzt, um sicherzustellen, daß keinerlei Fremd-
materialien in der Schachtbohrung vorhanden sind, die die
verschiedenen Strömungsdurchlässe und Ventile der Vor-
richtung **1100** verstopfen könnten, und um sicherzustellen,
daß kein Fremdmaterial mit dem Betrieb des Aufweitungs-
dorns **1105** in störenden Eingriff gelangt.

Wie in Fig. 10c gezeigt, wird ein aushärtbares Fluid-
dichtungsmaterial **1160** daraufhin von einer Oberflächenstelle in
den Fluiddurchlaß **1130** gepumpt. Das Material **1160** ge-
langt daraufhin von dem Fluiddurchlaß **1130** in den inneren
Bereich des rohrförmigen Elements **1110** unterhalb des auf-
weitbaren Dorns **1105**. Das Material **1160** gelangt daraufhin
von dem inneren Bereich des rohrförmigen Elements **1110**
in die Fluiddurchlässe **1140**. Das Material **1160** verläßt dar-
aufhin die Vorrichtung **1100** und füllt den ringförmigen Be-
reich zwischen dem äußeren des rohrförmigen Elements
1110 und der Innenwandung der rohrförmigen Auskleidung
1108. Fortgesetztes Pumpen des Materials **1160** veranlaßt
das Material **1160** dazu, zumindest einen Teil des ringförmigen
Bereichs aufzufüllen.

Das Material **1160** kann in den ringförmigen Bereich mit
Drücken und Durchsätzen gepumpt werden, die beispiels-
weise von etwa 0 bis 5.000 psi bzw. 0 bis 1.500 Gallonen/
Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungs-
form wird das Material **1160** in den ringförmigen Bereich
mit Drücken und Durchsätzen gepumpt, die speziell für die
verlegten Verschallungsgrößen, die zu füllenden ringförmigen
Räume und die verfügbare Pumpeinrichtung ausgelegt
sind, sowie für die Eigenschaften des gepumpten Fluids. Die
optimalen Durchlässe und Drücke werden bevorzugt unter
Verwenden empirischer Methoden berechnet.

Das aushärtbare Fluidichtungsmaterial **1160** kann eine
beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältli-
chen aushärtbaren Fluidichtungsmaterialien umfassen, wie
etwa beispielsweise Schlackengemisch, Zement oder Ep-
oxidharz. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform um-
faßt das aushärtbare Fluidichtungsmaterial **1160** gemischte
Zemente, die speziell ausgelegt sind für Schachtabschnitte,
die rückgebunden werden, erhältlich von Halliburton
Energy Services in Dallas, Texas, um in optimaler Weise
eine geeignete Abstützung für das rohrförmige Element
1110 bereitzustellen, während optimale Strömungseigen-
schaften aufrechterhalten werden, um Betriebsschwierigkei-
ten während der Verschiebung des Zements in dem ringförmigen
Bereich zu minimieren. Die optimale Mischung der
gemischten Zemente wird bevorzugt ermittelt unter Verwen-
dung herkömmlicher empirischer Methoden.

Der ringförmige Bereich kann mit Material **1160** in aus-
reichenden Mengen gefüllt werden, um sicherzustellen, daß

bei radialer Aufweitung des rohrförmigen Elements **1110** der ringförmige Bereich mit Material **1160** gefüllt wird.

Sobald der ringförmige Bereich in angemessener Weise mit Material **1160** gefüllt wird, werden, wie in **Fig. 10d** gezeigt, ein oder mehrere Stopfen **1165** oder ähnliche Einrichtungen bevorzugt in die Fluiddurchlässe **1140** eingeführt, um dadurch den inneren Bereich des rohrförmigen Elements **1110** vom ringförmigen Bereich außerhalb des rohrförmigen Elements fluidmäßig zu isolieren. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird ein nicht aushärtbares Fluidmaterial **1161** daraufhin in den inneren Bereich des rohrförmigen Elements **1110** unterhalb des Dorns **1105** gebohrt, wodurch der innere Bereich unter Druck gesetzt wird. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform werden ein oder mehrere Stopfen **1165** oder andere ähnliche Einrichtungen in den Fluiddurchlaß **1140** zusammen mit der Einführung des nicht aushärtbaren Fluidmaterials eingeführt. Auf diese Weise wird die Menge an aushärtbarem Fluidmaterial im Innern des rohrförmigen Elements **1110** minimiert.

Sobald der innere Bereich ausreichend unter Druck gesetzt ist, wird, wie in **Fig. 10e** gezeigt, das rohrförmige Element **1110** vom dem aufweitbaren Dorn **1105** weggepreßt. Während des Aufweitungsprozesses wird der aufweitbare Dorn **1105** aus dem aufgeweiteten Abschnitt des rohrförmigen Elements **1110** herausgehoben.

Die Stopfen **1165** werden bevorzugt in den Fluiddurchlässen **1140** durch Einführen der Stopfen **1165** in den Fluiddurchlaß **1130** an einer Oberflächenstelle in herkömmlicher Weise plaziert. Die Stopfen **1165** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Einrichtungen zum Zusetzen bzw. Verstopfen eines Fluiddurchlasses umfassen, wie etwa beispielsweise Messingkugeln, Stopfen, Gummikugeln oder Anker, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Stopfen **1165** Gummistopfen niedriger Dichte. Gemäß einer alternativen Ausführungsform umfassen die Stopfen **1165** für einen Schuh **1105** mit gemeinsamem zentralen Einlaßdurchlaß einen einzigen Verriegelungsanker.

Nach Plazierung der Stopfen **1165** in den Fluiddurchlässen **1140** wird bevorzugt ein nicht aushärtbares Fluidmaterial **1161** in den inneren Bereich des rohrförmigen Elements **1110** unterhalb des Dorns **1105** mit Drücken und Durchsätzen gepumpt, die von ungefähr 500 bis 9.000 psi bzw. 40 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird nach Plazierung der Stopfen **1165** in den Fluiddurchlässen **1140** das nicht aushärtbare Fluidmaterial **1161** bevorzugt in den inneren Bereich des rohrförmigen Elements **1110** unterhalb des Dorns **1105** mit Drücken und Durchsätzen gepumpt, die von ungefähr 1.200 bis 8.500 psi bzw. 40 bis 1.250 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise eine Aufweitung typischer Rohre bereitzustellen.

Für typische rohrförmige Elemente **1110** beginnt das Pressen des rohrförmigen Elements **1110** weg von dem aufweitbaren Dorn **1105** dann, wenn der Druck des inneren Bereichs des rohrförmigen Elements **1110** unter dem Dorn **1105** beispielsweise ungefähr 1.200 bis 8.500 psi erreicht. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform beginnt das Pressen des rohrförmigen Elements **1110** weg von dem aufweitbaren Dorn **1105** dann, wenn der Druck des inneren Bereichs des rohrförmigen Elements **1110** unter dem Dorn **1105** ungefähr 1.200 bis 8.500 psi erreicht.

Während des Wegpreßprozesses kann der aufweitbare Dorn **1105** aus dem aufgeweiteten Abschnitt des rohrförmigen Elements **1110** mit Geschwindigkeiten herausgezogen werden, die beispielsweise von etwa 0 bis 5 Fuß/s reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird während

des Wegpreßprozesses der aufweitbare Dorn **1105** aus dem aufgeweiteten Abschnitt des rohrförmigen Elements **1110** mit Geschwindigkeiten herausgehoben, die von etwa 0 bis 2 Fuß/s reichen, um in optimaler Weise eine Einstellung der Betriebsparameter bereitzustellen, und um in optimaler Weise sicherzustellen, daß der Wegpreßprozeß bzw. Aufweitungsprozeß beendet ist, bevor das Material **1160** aushärtet.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist zumindest ein Teil **1180** des rohrförmigen Elements **1110** einen Innendurchmesser kleiner als der Außendurchmesser des Dorns **1105** auf. Auf diese Weise weitet der Dorn **1105** den Abschnitt bzw. Teil **1180** des rohrförmigen Elements **1110** auf und zumindest ein Teil des aufgeweiteten Abschnitts **1180** bewirkt eine Abdichtung mit zumindest der Schachtbohrungs-Verschalung **1012**. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird die Dichtung bewirkt durch Zusammendrücken der Dichtungen **1016** zwischen dem aufgeweiteten Abschnitt **1180** und der Schachtbohrungs-Verschalung **1012**. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Kontaktdruck der Verbindung zwischen dem aufgeweiteten Abschnitt **1180** des rohrförmigen Elements **1110** und der Verschalung **1012** von etwa 500 bis 10.000 psi, um in optimaler Weise einen Druck bereitzustellen, um die Dichtungselemente **1145** zu aktivieren, und um einen optimalen Widerstand bereitzustellen, um sicherzustellen, daß die Verbindung typischen Extremwerten der Spannungs- und Drucklasten zu widerstehen vermag.

Gemäß einer alternativen bevorzugten Ausführungsform weist im wesentlichen die gesamte Länge des rohrförmigen Elements **1110** einen Innendurchmesser kleiner als der Außendurchmesser des Dorns **1105** auf. Auf diese Weise führt das Aufweiten des rohrförmigen Elements **1110** durch den Dorn **1105** zu einem Kontakt zwischen im wesentlichen den gesamten aufgeweiteten rohrförmigen Element **1110** und der existierenden Verschalung **1008**. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Kontaktdruck der Verbindung zwischen dem aufgeweiteten rohrförmigen Element **1110** und den Verschalungen **1008** und **1012** von etwa 500 bis 10.000 psi, um in optimaler Weise einen Druck bereitzustellen, zum Aktivieren der Dichtungselemente **1145** und zum Bereitstellen eines optimalen Widerstands, um sicherstellen, daß die Verbindung typischen Extremwerten der Spannungs- und Drucklasten zu widerstehen vermag.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden der Betriebsdruck und der Durchsatz des Materials **1161** in gestufter Weise stufenweise erniedrigt, wenn der aufweitbare Dorn **1105** den oberen Endabschnitt des rohrförmigen Elements **1110** erreicht. Auf diese Weise kann die plötzliche Druckfreigabe, verursacht durch ein vollständiges Pressen des rohrförmigen Elements **1110** weg von dem aufweitbaren Dorn **1105** minimiert werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Betriebsdruck des Fluidmaterials **1161** in im wesentlichen linearer Weise verringert von 100% auf etwa 10% während des Endes des Wegpreß- bzw. Aufweitungsprozesses, der beginnt, wenn der Dorn **1105** ungefähr den gesamten Prozeß beendet hat, bis auf etwa 5 Fuß des Aufweitungsprozesses.

Alternativ oder in Kombination ist ein Stoßabsorber in dem Tragelement **1150** vorgesehen, um den Stoß zu absorbieren, der durch die plötzliche Freisetzung des Drucks verursacht wird.

Alternativ oder in Kombination ist eine Dorneinfangsstruktur im oberen Endabschnitt des rohrförmigen Elements **1110** vorgesehen, um den Dorn **1105** einzufangen oder zumindest zu verzögern bzw. abzubremesen.

Sobald der Wegpreß- bzw. Aufweitungsprozeß beendet ist, wird, unter Bezug auf **Fig. 10f** der aufweitbare Dorn

1105 aus der Schachtbohrung **1000** entfernt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird entweder vor oder nach Entfernung des aufweitbaren Dorns **1105** die Unversehrtheit der Fluidichtung der Verbindung zwischen dem oberen Abschnitt des rohrförmigen Elements **1110** und dem oberen Abschnitt der rohrförmigen Auskleidung **1108** unter Verwendung herkömmlicher Methoden getestet. Wenn die Fluidichtung der Verbindung zwischen dem oberen Abschnitt des rohrförmigen Elements **1110** und dem oberen Abschnitt der rohrförmigen Auskleidung **1008** zufriedenstellend ist, wird der nicht ausgehärtete Teil des Materials **1160** innerhalb des aufgeweiteten rohrförmigen Elements **1110** in herkömmlicher Weise entfernt. Das Material **1160** innerhalb des ringförmigen Bereichs zwischen dem rohrförmigen Element **1110** und der rohrförmigen Auskleidung **1080** wird darauf aushärten gelassen.

Wie in **Fig. 10f** gezeigt, wird daraufhin bevorzugt jegliches Verbleiben des ausgehärteten Materials **1160** im Innern des aufgeweiteten rohrförmigen Elements **1110** in herkömmlicher Weise eines herkömmlichen Bohrgestänges entfernt. Die resultierende Rückbindungsaußkleidung der Verschalung **1170** umfaßt das aufgeweitete rohrförmige Element **1110** und eine äußere ringförmige Schicht **1175** aus ausgehärtetem Material **1160**.

Wie in **Fig. 10g** gezeigt, wird daraufhin der verbleibende Bodenabschnitt der Vorrichtung **1100**, umfassend den Schuh **1115** und das Dichtstück **1155** daraufhin bevorzugt durch Ausbohren des Schuhs **1115** und des Dichtstücks **1155** unter Verwendung herkömmlicher Bohrverfahren entfernt.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform enthält die Vorrichtung **1100** die Vorrichtung **900**.

Unter Bezug auf **Fig. 11a** bis **11f** wird nunmehr eine Ausführungsform einer Vorrichtung und eines Verfahrens zum Aufhängen einer rohrförmigen Auskleidung weg von einer existierenden Schachtbohrungs-Verschalung erläutert. Wie in **Fig. 11a** gezeigt, ist eine Schachtbohrung **1200** in einer unterirdischen Formation **1205** angeordnet. Die Schachtbohrung **1200** umfaßt einen existierenden verschalteten Abschnitt **1210** mit einer rohrförmigen Auskleidung **1215** und einer ringförmigen äußeren Zementschicht **1220**.

Um die Schachtbohrung **1200** in die unterirdische Formation **1205** vorzutreiben, wird ein Bohrgestänge **1225** in herkömmlicher Weise verwendet, um Material aus der unterirdischen Formation **1205** auszubohren, um einen neuen Abschnitt **1230** zu bilden.

Wie in **Fig. 11b** gezeigt, wird daraufhin eine Vorrichtung **1300** zum Bilden einer Schachtbohrungs-Verschalung in einer unterirdischen Formation in dem neuen Abschnitt **1230** der Schachtbohrung **100** positioniert. Die Vorrichtung **1300** umfaßt bevorzugt einen aufweitbaren Dorn bzw. einen Molch **1305**, ein rohrförmiges Element **1310**, einen Schuh **1315**, einen Fluiddurchlaß **1320**, einen Fluiddurchlaß **1330**, einen Fluiddurchlaß **1335**, Dichtungen **1340**, ein Tragelement **1345** und einen Wischerstopfen **1350**.

Der aufweitbare Dorn **1305** ist mit dem Tragelement **1345** verbunden und durch dieses abgestützt. Der aufweitbare Dorn **1305** ist bevorzugt dazu ausgelegt, in radialer Richtung gesteuert aufzuweiten. Der aufweitbare Dorn **1305** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen aufweitbaren Dornen umfassen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der aufweitbare Dorn **1305** ein hydraulisches Aufweitungs Werkzeug, wie im wesentlichen in der US-A-5 348 095 offenbart, deren Offenbarungsgehalt hiermit unter Bezugnahme zum Gegenstand der vorliegenden Erfindung erklärt wird, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung.

Das rohrförmige Element **1310** ist mit dem aufweitbaren Dorn **1305** verbunden und durch diesen abgestützt. Das rohrförmige Element **1310** wird bevorzugt in radialer Richtung aufgeweitet und von dem aufweitbaren Dorn **1305** weggepreßt. Das rohrförmige Element **1310** kann aus einer beliebigen Anzahl von Materialien hergestellt sein, beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods (OCTG), aus Chrom-13-Stahlrohren/Verschalungen oder aus einer Kunststoffverschalung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das rohrförmige Element **1310** aus OCTG hergestellt. Die Innen- und Außendurchmesser des rohrförmigen Elements **1310** können beispielsweise von ungefähr 0,75 bis 47 Inch bzw. 1,05 bis 48 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reichen die Innen- und Außendurchmesser des rohrförmigen Elements **1310** von etwa 3 bis 15,5 Inch bzw. 3,5 bis 16 Inch, um in optimaler Weise eine minimale Teleskop(ier)wirkung in den meisten üblicherweise angetroffenen Schachtbohrungsgrößen bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das rohrförmige Element **1310** einen oberen Teil bzw. Abschnitt **1355**, einen Zwischenabschnitt **1360** und einen unteren Abschnitt **1365**. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reichen die Wandungsdicke und der Außendurchmesser des oberen Abschnitts **1355** des rohrförmigen Elements **1310** von etwa 3/8 bis 1 1/2 Inch bzw. 3 1/2 bis 16 Inch. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reichen die Wandungsdicke und der Außendurchmesser des Zwischenabschnitts **1360** des rohrförmigen Elements **1310** von etwa 0,625 bis 0,75 Inch bzw. 3 bis 19 Inch. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reichen die Wanddicke und der Außendurchmesser des unteren Abschnitts **1365** des rohrförmigen Elements **1310** von etwa 3/8 bis 1,5 Inch bzw. 3,5 bis 16 Inch.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist der Außendurchmesser des unteren Abschnitts **1365** des rohrförmigen Elements **1310** deutlich kleiner als die Außendurchmesser der oberen und Zwischenabschnitte **1355** und **1360** des rohrförmigen Elements **1310**, um die Bildung einer konzentrischen und überlappenden Anordnung von Schachtbohrungs-Verschalungen zu optimieren. Auf diese Weise und wie nachfolgend in bezug auf **Fig. 12** und **13** erläutert, wird in optimaler Weise ein Schachtkopfsystem bereitgestellt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Bildung des Schachtkopfsystems nicht die Verwendung eines aushärtbaren Fluidmaterials.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die Wandungsdicke des Zwischenabschnitts **1360** des rohrförmigen Elements **1310** kleiner oder gleich der Wanddicke der oberen und unteren Abschnitt **1355** und **1365** des rohrförmigen Elements **1310**, um in optimaler Weise die Einleitung des Aufweitungsprozesses zu erläutern, und um in optimaler Weise das Platzieren der Vorrichtung in Bereichen der Schachtbohrung mit geringen Freiräumen zu ermöglichen.

Das rohrförmige Element **1310** umfaßt bevorzugt ein massives Element. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der obere Endabschnitt **1355** des rohrförmigen Elements **1310** geschlitzt, perforiert oder anderweitig modifiziert, um den Dorn **1315** abzufangen bzw. abzubremesen, wenn er die Aufweitung des rohrförmigen Elements **1310** beendet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Länge des rohrförmigen Elements **1310** begrenzt, um die Möglichkeit einer Knickverformung zu minimieren. Für typische Materialien des rohrförmigen Elements **1310** ist die Länge des rohrförmigen Elements **1310** bevorzugt begrenzt auf zwischen etwa 40 und 20.000 Fuß Länge.

Der Schuh **1315** ist mit dem rohrförmigen Element **1310**

verbunden. Der Schuh **1315** umfaßt bevorzugt Fluiddurchlässe **1330** und **1335**. Der Schuh **1315** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Schuhen umfassen, wie etwa beispielsweise einen Super-Seal-II-Schwimmschuh, einen Super-Seal-II-Down-Jet-Schwimmschuh oder einen Führungsschuh mit einer Dichtungsbuchse für einen Verriegelungsstopfen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Schuh **1315** einen Aluminium-Down-Jet-Führungsschuh mit einer Dichtungsbuchse für einen Verriegelungsstopfen, erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung, um in optimaler Weise das rohrförmige Element **1310** in die Schachtbohrung **1200** zu führen, um in optimaler Weise das Innere des rohrförmigen Elements **1310** fluidmäßig zu isolieren, und um in optimaler Weise ein vollständiges Ausbohren des Schuhs **1315** bei Beendigung der Aufweitungs- bzw. Wegpreß- und Zementierungsvorgänge zu ermöglichen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Schuh **1315** außerdem eine oder mehrere seitliche Auslaßöffnungen in Fluidverbindung mit dem Fluiddurchlaß **1330**. Auf diese Weise spritzt der Schuh **1315** bevorzugt aushärtbares Fluiddichtungsmaterial in dem Bereich außerhalb des Schuhs **1315** und des rohrförmigen Elements **1310** ein. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Schuh **1315** einen Fluiddurchlaß **1330** mit einer Einlaßgeometrie, die ein Fluiddichtungsmaterial aufzunehmen vermag. Auf diese Weise kann der Fluiddurchlaß **1330** durch Einführen eines Stopfens, Ankers und/oder von Kugeldichtungselementen in den Fluiddurchlaß **1330** abgedichtet bzw. versperrt werden.

Der Fluiddurchlaß **1320** ermöglicht es, daß Fluidmaterialien zum inneren Bereich des rohrförmigen Elements **1310** und von diesem weg unterhalb des aufweitbaren Dorns **1305** transportiert werden. Der Fluiddurchlaß **1320** ist mit dem Tragelement **1345** und dem aufweitbaren Dorn **1305** verbunden und innerhalb desselben positioniert. Der Fluiddurchlaß **1320** erstreckt sich bevorzugt ausgehend von einer Position benachbart zur Oberfläche zu dem Boden des aufweitbaren Dorns **1305**. Der Fluiddurchlaß **1320** ist bevorzugt entlang einer Mittellinie der Vorrichtung **1300** positioniert. Der Fluiddurchlaß **1320** ist bevorzugt gewählt, Materialien, wie etwa Zement, Bohrschlamm oder Epoxidharze, mit Durchsätzen und Drücken zu fördern, die von etwa 0 bis 3.000 Gallonen/Minute bzw. 0 bis 9.000 psi reichen, um in optimaler Weise ausreichende Betriebsdrücke bereitzustellen, damit Fluide mit betriebsmäßig effizienten Geschwindigkeiten umgewälzt werden.

Der Fluiddurchlaß **1330** erlaubt es, daß Fluidmaterialien zum Bereich außerhalb des rohrförmigen Elements **1310** und des Schuhs **1315** sowie aus diesem wegtransportiert werden. Der Fluiddurchlaß **1330** ist mit dem Schuh **1315** verbunden und innerhalb desselben positioniert in Fluidverbindung mit dem inneren Bereich **1370** des rohrförmigen Elements **1310** unter dem aufweitbaren Dorn **1305**. Der Fluiddurchlaß **1330** weist bevorzugt eine Querschnittsform auf, die es erlaubt, daß ein Stopfen oder eine ähnliche Einrichtung in den Fluiddurchlaß **1330** angeordnet werden kann, um dadurch einen weiteren Hindurchtritt von Fluidmaterialien zu blockieren. Auf diese Weise kann der innere Bereich **1370** des rohrförmigen Elements **1310** unterhalb des aufweitbaren Dorns **1305** fluidmäßig von dem Bereich außerhalb des rohrförmigen Elements **1310** isoliert werden. Dies ermöglicht es, daß der innere Bereich **1370** des rohrförmigen Elements **1310** unterhalb des aufweitbaren Dorns **1305** unter Druck gesetzt wird. Der Fluiddurchlaß **1330** ist

bevorzugt im wesentlichen entlang der Mittellinie der Vorrichtung **1300** positioniert.

Der Fluiddurchlaß **1330** ist bevorzugt gewählt, um Materialien, wie etwa Zement, Bohrschlamm oder Epoxidharze mit Durchsätzen und Drücken zu fördern, die von etwa 0 bis 3.000 Gallonen/Minute bzw. 0 bis 9.000 psi reichen, um in optimaler Weise den ringförmigen Bereich zwischen dem rohrförmigen Element **1310** und dem neuen Abschnitt **1230** der Schachtbohrung **1200** mit Fluidmaterialien zu füllen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Fluiddurchlaß **1330** eine Einlaßgeometrie, die geeignet ist, einen Anker und/oder ein Kugeldichtungselement aufzunehmen. Auf diese Weise kann der Fluiddurchlaß **1330** durch Einführen eines Stopfens, Ankers und/oder von Kugeldichtungselementen in den Fluiddurchlaß **1320** abgedichtet bzw. versperrt werden.

Der Fluiddurchlaß **1335** ermöglicht es, daß Fluidmaterialien zu dem Bereich außerhalb des rohrförmigen Elements **1310** und des Schuhs **1315** und von diesem weg transportiert werden. Der Fluiddurchlaß **1335** ist mit dem Schuh **1315** verbunden und innerhalb desselben positioniert in Fluidverbindung mit dem Fluiddurchlaß **1330**. Der Fluiddurchlaß **1335** ist bevorzugt im wesentlichen entlang der Mittellinie der Vorrichtung **1300** positioniert. Der Fluiddurchlaß **1335** ist bevorzugt gewählt, um Materialien, wie etwa Zement, Bohrschlamm oder Epoxidharze, mit Durchsätzen und Drücken zu fördern, die von etwa 0 bis 3.000 Gallonen/Minute bzw. 0 bis 9.000 psi reichen, um in optimaler Weise den ringförmigen Bereich zwischen dem rohrförmigen Element **1310** und dem neuen Abschnitt **1230** der Schachtbohrung **1200** mit Fluidmaterialien zu füllen.

Die Dichtungen **1340** sind mit dem oberen Endabschnitt **1355** des rohrförmigen Elements **1310** verbunden und durch diesen abgestützt. Die Dichtungen **1340** sind außerdem auf einer Außenseite des oberen Endabschnitts **1355** des rohrförmigen Elements **1310** positioniert. Die Dichtungen **1340** ermöglichen es, daß die Überlappungsverbindung zwischen dem unteren Endabschnitt der Verschalung **1215** und dem oberen Abschnitt **1355** des rohrförmigen Elements **1310** fluidmäßig abgedichtet wird. Die Dichtungen **1340** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungen umfassen, wie etwa beispielsweise Blei-, Gummi-, Teflon- oder Epoxidharzdichtungen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungen **1340** Dichtungen, die gegossen bzw. geformt sind aus Stratalock-Epoxidharz, erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas, um in optimaler Weise eine hydraulische Dichtung in dem Ring der Überlappungsverbindung bereitzustellen, während eine optimale Lasttragfähigkeit erzeugt wird, um typischen Spannungs- und Drucklasten widerstehen zu können.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Dichtungen **1340** gewählt, um in optimaler Weise eine ausreichende Reibungskraft zum Abstützen des aufgeweiteten rohrförmigen Elements **1310** von der existierenden Verschalung **1215** bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die durch die Dichtungen **1340** bereitgestellte Reibungskraft von etwa 1.000 bis 1.000.000 lbf, um in optimaler Weise das aufgeweitete rohrförmige Element **1310** abzustützen.

Das Tragelement **1345** ist mit dem aufweitbaren Dorn **1305**, dem rohrförmigen Element **1310**, dem Schuh **1315** und den Dichtungen **1340** verbunden. Das Tragelement **1345** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element ausreichender Festigkeit, um die Vorrichtung **1300** in den neuen Abschnitt **1230** der Schachtbohrung **1200** zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Trag-

element **1345** außerdem einen oder mehrere herkömmliche Zentrierer (nicht dargestellt), um die Stabilisierung des rohrförmigen Elements **1310** zu fördern.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Tragelement **1345** sorgfältig gereinigt, bevor es mit den restlichen Teilen der Vorrichtung **1300** zusammengebaut wird. Auf diese Weise wird das Einführen von Fremdmaterial in die Vorrichtung **1300** minimiert. Dies minimiert die Möglichkeit, daß Fremdmaterial die verschiedenen Strömungsdurchlässe und Ventile der Vorrichtung **1300** verstopft, und es wird sichergestellt, daß kein Fremdmaterial mit dem Aufweitungsprozeß in störenden Eingriff gelangt.

Der Wischerstopfen **1350** ist mit dem Dorn **1305** im inneren Bereich **1370** des rohrförmigen Elements **1310** verbunden. Der Wischerstopfen **1350** umfaßt einen Fluiddurchlaß **1375**, der mit dem Fluiddurchlaß **1320** verbunden ist. Der Wischerstopfen **1350** kann einen oder mehrere herkömmliche, kommerziell erhältliche Wischerstopfen umfassen, wie etwa beispielsweise Multiple-Stage-Cementer-Verriegelungsstopfen, Omega-Verriegelungsstopfen oder einen Drei-Wischer-Verriegelungsstopfen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Wischerstopfen **1350** einen Multiple-Stage-Cementer-Verriegelungsstopfen, erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas, modifiziert in herkömmlicher Weise für eine lösbare Anbringung an dem Aufweitungsdom **1305**.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden vor oder nach dem Positionieren der Vorrichtung **1300** innerhalb des neuen Abschnitts **1230** der Schachtbohrung mehrere Schachtbohrungsvolumina umgewälzt, um sicherzustellen, daß keinerlei Fremdmaterialien innerhalb der Schachtbohrung **1200** vorliegen, wodurch die verschiedenen Strömungsdurchlässe und Ventile der Vorrichtung **1300** verstopft werden könnten, und um sicherzustellen, daß kein Fremdmaterial in störenden Eingriff mit dem Aufweitungsprozeß gelangt.

Wie in Fig. 11c gezeigt, wird daraufhin aushärtbares Fluiddichtungsmaterial **1380** von einer Oberflächenstelle in den Fluiddurchlaß **1320** gepumpt. Das Material **1380** gelangt daraufhin vom Fluiddurchlaß **1320** durch den Fluiddurchlaß **1375** und in den inneren Bereich **1370** des rohrförmigen Elements **1310** unter dem aufweitbaren Dorn **1305**. Das Material **1380** gelangt daraufhin von dem inneren Bereich **1370** in den Fluiddurchlaß **1330**. Das Material **1380** verläßt daraufhin die Vorrichtung **1300** über den Fluiddurchlaß **1335** und füllt den ringförmigen Bereich **1390** zwischen dem Äußeren des rohrförmigen Elements **1310** und der Innenwandung des neuen Abschnitts **1230** der Schachtbohrung **1200**. Fortgesetztes Pumpen des Materials **1380** veranlaßt das Material **1380** dazu, zumindest einen Abschnitt des rohrförmigen Bereichs **1390** aufzufüllen.

Das Material **1380** kann in den ringförmigen Bereich **1390** mit Drücken und Durchsätzen gepumpt werden, die beispielsweise von etwa 0 bis 5.000 psi bzw. 0 bis 1.500 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Material **1380** in den ringförmigen Bereich **1390** mit Drücken und Durchsätzen gepumpt, die von etwa 0 bis 5.000 psi bzw. 0 bis 1.500 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise den ringförmigen Bereich zwischen dem rohrförmigen Element **1310** und dem neuen Abschnitt **1230** der Schachtbohrung **1200** mit dem aushärtbaren Fluiddichtungsmaterial **1380** zu füllen.

Das aushärtbare Fluiddichtungsmaterial **1380** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen aushärtbaren Fluiddichtungsmaterialien umfassen, wie etwa beispielsweise Schlackengemisch, Zement oder Epoxidharz. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform um-

faßt das aushärtbare Fluiddichtungsmaterial **1380** gemischte Zemente, die speziell für den zu bohrenden Schachtabschnitt ausgelegt sind, und die verfügbar sind von Halliburton Energy Services, um in optimaler Weise eine Abstützung des rohrförmigen Elements **1310** während der Verschiebung des Materials **1380** in dem ringförmigen Bereich **1390** bereitzustellen. Die optimale Mischung des Zements wird bevorzugt unter Verwendung herkömmlicher empirischer Methoden ermittelt.

Der ringförmige Bereich **1390** wird bevorzugt mit dem Material **1380** in ausreichenden Mengen gefüllt, um sicherzustellen, daß bei radialer Aufweitung des rohrförmigen Elements **1310** der ringförmige Bereich **1390** des neuen Abschnitts **1230** der Schachtbohrung **1200** mit Material **1380** gefüllt wird.

Sobald der ringförmige Bereich **1390** angemessen mit Material **1380** gefüllt worden ist, wird, wie in Fig. 11d gezeigt, ein Wischeranker **1395** oder eine ähnliche Einrichtung in den Fluiddurchlaß **1320** eingeführt. Der Wischeranker **1395** wird bevorzugt durch den Fluiddurchlaß **1320** durch ein nicht aushärtbares Fluidmaterial **1381** gepumpt. Der Wischeranker **1395** gelangt daraufhin bevorzugt in Eingriff mit dem Wischerstopfen **1350**.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform und wie in Fig. 11e gezeigt, veranlaßt der Eingriff des Wischerankers **1395** mit dem Wischerstopfen **1350** den Wischerstopfen **1350** dazu, von dem Dorn **1305** freizukommen bzw. abzurücken. Der Wischeranker **1395** und der Wischerstopfen **1350** werden daraufhin bevorzugt in dem Fluiddurchlaß **1330** aufgenommen, wodurch sie Fluidströmung durch den Fluiddurchlaß **1330** blockieren und den inneren Bereich **1370** des rohrförmigen Elements **1310** fluidmäßig von dem ringförmigen Bereich **1390** isolieren. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das nicht aushärtbare Fluidmaterial **1381** daraufhin in den inneren Bereich **1370** gepumpt, um den inneren Bereich **1370** unter Druck zu setzen. Sobald der innere Bereich **1370** ausreichend unter Druck gesetzt ist, wird das rohrförmige Element **1310** von dem aufweitbaren Dorn **1305** weggepreßt. Während des Wegpreßprozesses wird der aufweitbare Dorn **1305** aus dem aufgeweiteten Abschnitt des rohrförmigen Elements **1310** durch das Tragelement **1345** hochgehoben.

Der Wischeranker **1395** wird bevorzugt in dem Fluiddurchlaß **1320** durch Einführen des Wischerankers **1395** in den Fluiddurchlaß **1320** an einer Oberflächenstelle in herkömmlicher Weise plaziert. Der Wischeranker **1395** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Einrichtungen zum Verstopfen bzw. Versperren eines Fluiddurchlasses umfassen, wie etwa beispielsweise Multiple-Stage-Cementer-Verriegelungsstopfen, Omega-Verriegelungsstopfen oder Drei-Wischer-Verriegelungsstopfen/Anker, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Wischeranker **1395** einen Drei-Wischer-Verriegelungsstopfen, der modifiziert ist, um in dem Multiple-Stage-Cementer-Verriegelungsstopfen **1350** eine Verriegelung und Abdichtung bereitzustellen. Der Drei-Wischer-Verriegelungsstopfen ist erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas.

Nach Blockieren des Fluiddurchlasses **1330** unter Verwendung des Wischerstopfens **1330** und des Wischerankers **1395** kann das nicht aushärtbare Fluidmaterial **1381** in den inneren Bereich **1370** mit Durchsätzen und Drücken gepumpt werden, die beispielsweise von etwa 0 bis 5.000 psi bzw. 0 bis 1.500 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise das rohrförmige Element **1310** von dem Dorn **1305** wegzupressen. Auf diese Weise wird die Menge an aushärtbarem Fluidmaterial im Innern des rohrförmigen Elements

1310 minimiert bzw. minimal gehalten.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird nach Blockieren des Fluiddurchlasses **1330** das nicht aushärtbare Fluidmaterial **1381** in den inneren Bereich **1370** mit Drücken und Durchsätzen gepumpt, die von ungefähr 5 bis 9.000 psi bzw. 40 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise Betriebsdrücke bereitzustellen, um den Aufweitungsprozeß mit Geschwindigkeiten aufrechtzuerhalten, die ausreichen, damit Einstellungen der Betriebsparameter während des Aufweitungsprozesses vorgenommen werden können.

Für typische rohrförmige Elemente **1310** beginnt das Pressen des rohrförmigen Elements **1310** weg von dem aufweitbaren Dorn **1305** dann, wenn der Druck des inneren Bereichs **1370** beispielsweise ungefähr 500 bis 9.000 psi erreicht. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Pressen des rohrförmigen Elements **1310** weg von dem aufweitbaren Dorn **1305** eine Funktion des Durchmessers des rohrförmigen Elements der Wandungsdicke des rohrförmigen Elements, der Geometrie des Dorns, des Schmiermitteltyps, der Zusammensetzung des Schuhs und des rohrförmigen Elements und der Dehnfestigkeit des rohrförmigen Elements. Der optimale Durchsatz und die optimalen Betriebsdrücke werden bevorzugt unter Verwendung herkömmlicher empirischer Methoden ermittelt.

Während des Aufweitungsprozesses kann der aufweitbare Dorn **1305** aus dem aufgeweiteten Abschnitt des rohrförmigen Elements **1310** mit Geschwindigkeiten herausgehoben werden, die beispielsweise von etwa 0 bis 5 Fuß/s reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform kann während des Aufweitungsprozesses der aufweitbare Dorn **1305** aus dem aufgeweiteten Abschnitt des rohrförmigen Elements **1310** mit Geschwindigkeiten herausgehoben werden, die von etwa 0 bis 2 Fuß/s reichen, um in optimaler Weise einen effizienten Prozeß bereitzustellen, um einer Bedienperson die Einstellung der Betriebsparameter optimal zu erlauben und um eine optimale Beendigung des Aufweitungsprozesses sicherzustellen, bevor das Material **1380** aushärtet.

Wenn der obere Endabschnitt **1355** des rohrförmigen Elements **1310** von dem aufweitbaren Dorn **1305** weggepreßt wird, kontaktiert die Außenseite des oberen Endabschnitts **1355** des rohrförmigen Elements **1310** die Innenseite des unteren Endabschnitts der Verschalung **1215**, um eine fluiddichte Überlappungsverbindung zu bilden. Der Kontaktdruck der Überlappungsverbindung kann beispielsweise von ungefähr 50 bis 20.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Kontaktdruck der Überlappungsverbindung von ungefähr 400 bis 10.000 psi, um in optimaler Weise einen Kontaktdruck bereitzustellen, der ausreicht, eine ringförmige Dichtung bereitzustellen und ausreichend Widerstand bereitzustellen, um typischen Spannungs- und Drucklasten widerstehen zu können. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform stellen die Dichtungselemente **1340** eine angemessene Fluid- und Gasdichtung in der Überlappungsverbindung bereit.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden der Betriebsdruck und der Durchsatz des nicht aushärtbaren Fluidmaterials **1381** in gesteuerter Weise stufenweise verringert. Wenn der aufweitbare Dorn **1305** den oberen Endabschnitt **1355** des rohrförmigen Elements **1310** erreicht. Auf diese Weise kann eine plötzliche Druckfreigabe, verursacht durch vollständiges Pressen des rohrförmigen Elements **1310** weg von dem aufweitbaren Dorn **1305** minimiert werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Betriebsdruck in im wesentlichen linearer Weise ausgehend von 100% auf etwa 10% während des Endes des Aufweitungsprozesses beginnend dann verringert, wenn der

Dorn **1305** ungefähr dem gesamten bis auf etwa 5 Fuß des Aufweitungsprozesses beendet hat.

Alternativ ist ein Stoßabsorber in dem Tragelement **1345** vorgesehen, um den durch eine plötzliche Druckfreigabe hervorgerufenen Stoß zu absorbieren.

Alternativ oder in Kombination ist eine Dorneinfangsstruktur in dem oberen Endabschnitt **1355** des rohrförmigen Elements **1310** vorgesehen, um den Dorn **1305** einzufangen oder zumindest abzubremesen.

Sobald der Aufweitungsprozeß beendet ist, wird der aufweitbare Dorn **1305** aus der Schachtbohrung **1200** entfernt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird entweder vor oder nach der Entfernung des aufweitbaren Dorns **1305** die Unversehrtheit der Fluiddichtung der Überlappungsverbindung zwischen dem oberen Abschnitt **1355** des rohrförmigen Elements **1310** und dem unteren Abschnitt der Verschalung **1215** unter Verwendung herkömmlicher Verfahren getestet. Wenn die Fluiddichtung der Überlappungsverbindung zwischen dem oberen Abschnitt **1355** des rohrförmigen Elements **1310** und dem unteren Abschnitt der Verschalung **1215** zufriedenstellend ist, wird der nicht ausgehärtete Teil des Materials **1380** innerhalb des aufgeweiteten rohrförmigen Elements **1310** in herkömmlicher Weise entfernt. Das Material **1380** innerhalb des ringförmigen Bereichs **1390** wird daraufhin aushärten gelassen.

Bevorzugt wird jegliches verbleibendes ausgehärtete Material **1380** im Innern des aufgeweiteten rohrförmigen Elements **1310**, wie in Fig. 11fd gezeigt, daraufhin in herkömmlicher Weise unter Verwendung eines herkömmlichen Bohrgestänges entfernt. Der resultierende neue Abschnitt der Verschalung **1400** umfaßt das aufgeweitete rohrförmige Element **1310** und eine äußere ringförmige Schicht **1405** aus ausgehärtetem Material **305**. Der Bodenabschnitt der Vorrichtung **1300** mit dem Schuh **1315** kann daraufhin entfernt werden durch Ausbohren des Schuhs **1315** unter Verwendung herkömmlicher Bohrverfahren.

Unter Bezug auf Fig. 12 und 13 wird nunmehr eine bevorzugte Ausführungsform eines Schachtkopfsystems **1500**, gebildet unter Verwendung von einem oder mehreren der Vorrichtungen und Prozesse, die vorstehend unter Bezug auf Fig. 1 bis 11f erläutert sind, beschrieben. Das Schachtkopfsystem **1500** umfaßt bevorzugt eine herkömmliche Weihnachtsbaum-Bohrspulenanordnung **1505**, eine dickwandige Verschalung **1510**, einen ringförmigen Zementkörper **1515**, eine äußere Verschalung **1520**, einen ringförmigen Zementkörper **1525**, eine Zwischenverschalung **1530** und eine innere Verschalung **1535**.

Die Weihnachtsbaum/Bohrspulenanordnung **1505** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen Weihnachtsbaum/Bohrspulenanordnungen aufweisen, wie etwa beispielsweise das SS-15-Subsea-Wellhead-System, das Spool-Tree-Subsea-Production-System oder das Compact-Wellhead-System, erhältlich von Vertreibern, wie etwa Drill-Quip, Cameron oder Breda, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Die Bohrspulenanordnung **1515** ist bevorzugt betriebsmäßig mit der dickwandigen Verschalung **1510** und/oder der äußeren Verschalung **1520** verbunden. Die Anordnung **1505** kann mit der dickwandigen Verschalung **1510** und/oder der äußeren Verschalung **1520** beispielsweise durch Schweißen, durch eine Gewindeverbindung oder durch einstückige Herstellung verbunden sein. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Aufbau **1505** mit der dickwandigen Verschalung **1510** und/oder der äußeren Verschalung **1520** durch Schweißen verbunden.

Die dickwandige Verschalung **1510** ist im oberen Ende einer Schachtbohrung **1540** positioniert. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erstreckt sich zumindest ein

Teil der dickwandigen Verschalung **1510** über der Oberfläche **1545**, um in optimaler Weise problemlosen Zugang und problemlose Anbringung der Weihnachtsbaum/Bohrspulen-anordnung **1505** bereitzustellen. Die dickwandige Verschalung **1510** ist bevorzugt mit der Weihnachtsbaum/Bohrspulen-anordnung **1505**, dem ringförmigen Zementkörper **1515** und der äußeren Verschalung **1520** verbunden.

Die dickwandige Verschalung **1510** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen hochfesten Schachtbohrungs-Verschalungen umfassen, wie beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Titanrohre oder Edelstahlrohre. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die dickwandige Verschalung **1510** Oilfield Country Tubular Goods, erhältlich von verschiedenen ausländischen und inländischen Stahlwerken. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist die dickwandige Verschalung **1510** eine Dehnfestigkeit von etwa 40.000 bis 135.000 psi auf, um in optimaler Weise maximale Berst-, Einbruch- und Spannungsfestigkeiten bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist die dickwandige Verschalung **1510** eine Störfestigkeit größer als etwa 5.000 bis 20.000 psi auf, um in optimaler Weise eine maximale Betriebskapazität und einen Widerstand gegenüber einer Beeinträchtigung der Kapazität bereitzustellen, und zwar nach einem Bohren über eine ausgedehnte Zeitperiode.

Der ringförmige Zementkörper **1515** stellt eine Abstützung für die dickwandige Verschalung **1510** bereit. Der ringförmige Zementkörper **1515** kann unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen Prozessen bereitgestellt werden, um einen ringförmigen Zementkörper in einer Schachtbohrung zu bilden. Der ringförmige Zementkörper **1515** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen Zementmischungen umfassen.

Die äußere Verschalung **1520** ist mit der dickwandigen Verschalung **1510** verbunden. Die äußere Verschalung **1510** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen rohrförmigen Elementen hergestellt sein, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die äußere Verschalung **1520** eines beliebigen von aufweitbaren rohrförmigen Elementen, welches vorstehend unter Bezug auf **Fig. 1** bis **11f** erläutert ist.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die äußere Verschalung **1520** mit der dickwandigen Verschalung **1510** durch Aufweiten der äußeren Verschalung **1520** in Kontakt mit zumindest einem Teil der Innenseite der dickwandigen Verschalung **1510** unter Verwendung einer der Ausführungsformen der Vorrichtungen und Verfahren verbunden, die unter Bezug auf **Fig. 1** bis **11f** vorstehend erläutert sind. Gemäß einer alternativen Ausführungsform kontaktiert im wesentlichen die gesamte Überlappung der äußeren Verschalung **1520** mit der dickwandigen Verschalung **1510** die Innenseite der dickwandigen Verschalung **1510**.

Der Kontaktdruck der Grenzfläche zwischen der äußeren Verschalung **1520** und der dickwandigen Verschalung **1510** kann beispielsweise von etwa 500 bis 10.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Kontaktdruck zwischen der äußeren Verschalung **1520** und der dickwandigen Verschalung **1510** von etwa 500 bis 10.000 psi, um in optimaler Weise die druckaktivierten Dichtungselemente optimal zu aktivieren und sicherzustellen, daß die Überlappungsverbindung typischen Spannungs- und Drucklastextremwerten optimal zu widerstehen vermag, die während Bohr- und Produktionsvorgängen auftreten.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform und wie in **Fig. 13** gezeigt, umfaßt das obere Ende der äußeren

ren Verschalung **1520** ein oder mehrere Dichtungselemente **1515**, die eine Gas- und Fluidichtung zwischen der aufgeweiteten äußeren Verschalung **1520** und der Innenwandung der dickwandigen Verschalung **1510** bereitstellen. Die Dichtungselemente **1520** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungen umfassen, wie etwa beispielsweise Blei-, Kunststoff-, Gummi-, Teflon- oder Epoxidharzdichtungen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **1550** Dichtungen, die geformt sind aus Stratalock-Epoxidharz, erhältlich von Halliburton Energy Services, um in optimaler Weise eine hydraulische Dichtung und einen Lastragegrenzflächensitz zwischen den rohrförmigen Elementen bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Kontaktdruck der Grenzfläche zwischen der dickwandigen Verschalung **1510** und der äußeren Verschalung **1520** von etwa 500 bis 10.000 psi, um in optimaler Weise die Dichtungselemente **1550** zu aktivieren und um außerdem in optimaler Weise sicherzustellen, daß die Verbindung den typischen Spannungs- und Drucklastextremwerten im Betrieb während Bohr- und Produktionsvorgängen zu widerstehen vermag.

Gemäß einer alternativen bevorzugten Ausführungsform sind die äußere Verschalung **1520** und die dickwandige Verschalung **1510** in einem einheitlichen Teil kombiniert.

Der ringförmige Zementkörper **1525** stellt eine Abstützung für die äußere Verschalung **1520** bereit. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der ringförmige Zementkörper **1525** bereitgestellt unter Verwendung von einer der Ausführungsformen der Vorrichtungen und Verfahren, die vorstehend unter Bezug auf **Fig. 1** bis **11f** erläutert sind.

Die Zwischenverschalung **1530** kann mit der äußeren Verschalung **1520** oder der dickwandigen Verschalung **1510** verbunden sein. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Zwischenverschalung **1530** mit der dickwandigen Verschalung **1510** verbunden. Die Zwischenverschalung **1530** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen rohrförmigen Elementen hergestellt sein, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Zwischenverschalung **1530** eines der aufweitbaren rohrförmigen Elemente, die vorstehend unter Bezug auf **Fig. 1** bis **11f** erläutert sind.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Zwischenverschalung **1530** mit der dickwandigen Verschalung **1510** durch Aufweiten von zumindest einem Teil der Zwischenverschalung **1530** in Kontakt mit der Innenseite der dickwandigen Verschalung **1510** unter Verwendung von einer der vorstehend unter Bezug auf **Fig. 1** bis **11f** erläuterten Verfahren und Vorrichtungen verbunden. Gemäß einer alternativen bevorzugten Ausführungsform kontaktiert die gesamte Länge der Überlappung der Zwischenverschalung **1530** mit der dickwandigen Verschalung **1510** die Innenseite der dickwandigen Verschalung **1510**. Der Kontaktdruck der Grenzfläche zwischen der Zwischenverschalung **1530** und der dickwandigen Verschalung **1510** kann beispielsweise von etwa 500 bis 10.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Kontaktdruck zwischen der Zwischenverschalung **1530** und der dickwandigen Verschalung **1510** von etwa 500 bis 10.000 psi, um in optimaler Weise die druckaktivierten Dichtungselemente zu aktivieren, um in optimaler Weise sicherzustellen, daß die Verbindung typischen Betriebsextremwerten von Spannungs- und Drucklasten zu widerstehen vermag, die während Bohr- und Produktionsvorgängen auftreten.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform und wie in **Fig. 13** gezeigt, umfaßt das obere Ende der Zwi-

schenverschalung **1530** eines oder mehrere Dichtungselemente **1560**, welche eine Gas- und Fluidichtung zwischen dem aufgeweiteten Ende der Zwischenverschalung **1530** und der Innenwandung der dickwandigen Verschalung **1510** bereitstellt. Die Dichtungselemente **1560** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungen umfassen, wie etwa beispielsweise Kunststoff-, Blei-, Gummi-, Teflon- oder Epoxidharzdichtungen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **1560** Dichtungen, die aus Stratalock-Epoxidharz geformt sind, erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, um in optimaler Weise eine Hydraulikdichtung und einen Lasttragegrenzflächensitz zwischen den rohrförmigen Elementen bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Kontaktdruck der Grenzfläche zwischen dem aufgeweiteten Ende der Zwischenverschalung **1530** und der dickwandigen Verschalung **1510** von etwa 500 bis 10.000 psi, um in optimaler Weise die Dichtungselemente **1560** zu aktivieren, und um außerdem in optimaler Weise sicherzustellen, daß die Verbindung typischen Betriebsextremwerten von Spannungs- und Drucklasten zu widerstehen vermag, die während Bohr- und Produktionsvorgängen auftreten.

Die innere Verschalung **1535** kann mit der äußeren Verschalung **1520** bzw. der dickwandigen Verschalung **1510** verbunden sein. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die innere Verschalung **1535** mit der dickwandigen Verschalung **1510** verbunden. Die innere Verschalung **1535** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen rohrförmigen Elementen hergestellt sein, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die innere Verschalung **1535** eines der aufweitbaren rohrförmigen Elemente, die vorstehend unter Bezug auf Fig. 1 bis 11f erläutert sind.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die innere Verschalung **1535** mit der äußeren Verschalung **1520** durch Aufweiten von zumindest einem Teil der inneren Verschalung **1535** in Kontakt mit der Innenseite der dickwandigen Verschalung **1510** unter Verwendung von einer der vorstehend unter Bezug auf Fig. 1 bis 11f erläuterten Vorrichtungen und Verfahren verbunden. Gemäß einer alternativen bevorzugten Ausführungsform kontaktiert die gesamte Länge der Überlappung der inneren Verschalung **1535** mit der dickwandigen Verschalung **1510** und der Zwischenverschalung **1530** die Innenseiten der dickwandigen Verschalung **1510** und der Zwischenverschalung **1530**. Der Kontaktdruck der Grenzfläche zwischen der inneren Verschalung **1535** und der dickwandigen Verschalung **1510** kann beispielsweise von etwa 500 bis 10.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Kontaktdruck zwischen der inneren Verschalung **1535** und der dickwandigen Verschalung **1510** von etwa 500 bis 10.000 psi, um in optimaler Weise die druckaktivierten Dichtungselemente zu aktivieren, und um sicherzustellen, daß die Verbindung typischen Extremwerten von Spannungs- und Drucklasten zu widerstehen vermag, die üblicherweise während Bohr- und Produktionsvorgängen auftreten.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform und wie in Fig. 13 gezeigt, umfaßt das obere Ende der inneren Verschalung **1535** ein oder mehrere Dichtungselemente **1570**, die eine Gas- und Fluidichtung zwischen dem aufgeweiteten Ende der inneren Verschalung **1535** und der Innenwandung der dickwandigen Verschalung **1510** bereitstellen. Die Dichtungselemente **1570** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungen umfassen, wie etwa beispielsweise Blei-, Kunststoff-,

Gummi-, Teflon- oder Epoxidichtungen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **1570** Dichtungen, die aus Stratalock-Epoxidharz geformt sind, erhältlich von Halliburton Energy Services, um in optimaler Weise eine hydraulische Dichtung und einen Lasttragegrenzflächensitz bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Kontaktdruck der Grenzfläche zwischen dem aufgeweiteten Ende der inneren Verschalung **1535** und der dickwandigen Verschalung **1510** von etwa 50 bis 10.000 psi, um in optimaler Weise die Dichtungselemente **1570** zu aktivieren, und um außerdem in optimaler Weise sicherzustellen, daß die Verbindung typischen Betriebsextremwerten von Spannungs- und Drucklasten zu widerstehen vermögen, die während Bohr- und Produktionsvorgängen auftreten.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform können die inneren Verschalungen **1520**, **1530** und **1535** mit einem vorausgehend positionierten rohrförmigen Element verbunden werden, welches seinerseits mit der äußeren Verschalung **1510** verbunden ist. Die vorliegenden bevorzugten Ausführungsformen können allgemeiner gesagt verwendet werden, um eine konzentrische Anordnung von rohrförmigen Elementen zu bilden.

Unter Bezug auf Fig. 14a, 14b, 14c, 14d, 14e und 14f wird nunmehr eine bevorzugte Ausführungsform einer Vorrichtung und eines Verfahrens zum Bilden einer Schachtbohrungs-Verschalung mit durchgehend gleichem Durchmesser innerhalb einer unterirdischen Formation erläutert.

Wie in Fig. 14a gezeigt, ist eine Schachtbohrung **1600** in einer unterirdischen Formation **1605** angeordnet. Ein erster Verschalungsabschnitt **1610** ist in der Schachtbohrung **1600** gebildet. Der erste Verschalungsabschnitt **1610** umfaßt einen ringförmigen äußeren Zementkörper **1615** und einen ringförmigen Verschalungsabschnitt **1620**. Der erste Verschalungsabschnitt **1610** kann in der Schachtbohrung **1600** unter Verwendung herkömmlicher Verfahren und Vorrichtungen gebildet werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der erste Verschalungsabschnitt **1610** unter Verwendung von einem oder mehreren der Verfahren und Vorrichtungen gebildet, die vorstehend unter Bezug auf Fig. 1 bis 13 oder nachfolgend unter Bezug auf Fig. 14b bis 17b erläutert sind.

Der ringförmige Zementkörper **1615** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Zement- oder anderen Lasttrage- bzw. -Abstützzusammensetzungen umfassen. Alternativ kann der Zementkörper **1615** weggelassen oder durch eine Epoxidharzmischung ersetzt sein.

Der rohrförmige Auskleidungsabschnitt **1620** umfaßt bevorzugt ein oberes Ende **1625** und ein unteres Ende **1630**. Bevorzugt umfaßt das untere Ende **1625** des rohrförmigen Auskleidungsabschnitts **1620** eine äußere ringförmige Eintiefung **1635**, die sich von dem unteren Ende **1630** des rohrförmigen Auskleidungsabschnitts **1620** erstreckt. Auf diese Weise umfaßt das untere Ende **1625** des rohrförmigen Auskleidungsabschnitts **1620** einen dünnwandigen Abschnitt **1640**. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist ein ringförmiger Körper **1645** aus zusammendrückbarem Material mit der äußeren ringförmigen Eintiefung **1635** verbunden und zumindest teilweise innerhalb derselben positioniert. Auf diese Weise umgibt der Körper aus zusammendrückbarem Material **1645** zumindest einen Teil des dünnwandigen Abschnitts **1640**.

Der rohrförmige Auskleidungsabschnitt **1620** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, aus Edelstahl,

aus Stahl von Kraftfahrzeug-Qualität, aus Kohlenstoffstahl, aus Niedriglegierungsstahl, aus Faserglas oder Kunststoff. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der rohrförmige Abschnitt **1620** hergestellt aus Oilfield Country Tubular Goods, erhältlich von verschiedenen ausländischen und inländischen Stahlwerken. Die Wandungsdicke des dünnwandigen Abschnitts **1640** kann von etwa 0,125 bis 1,5 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Wandungsdicke des dünnwandigen Abschnitts **1640** von 0,25 bis 1,0 Inch, um in optimaler Weise Berstfestigkeit für typische Betriebsbedingungen bereitzustellen, während der Widerstand bzw. die Beständigkeit gegenüber radialer Aufweitung minimiert wird. Die axiale Länge des dünnwandigen Abschnitts **1640** kann von etwa 120 bis 2.400 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die axiale Länge des dünnwandigen Abschnitts **1640** von etwa 240 bis 480 Inch.

Der ringförmige Körper aus zusammendrückbarem Material **1645** trägt dazu bei, die radiale Kraft zu minimieren, die erforderlich ist, die ringförmige Verschalung **1620** in Überlappung mit dem rohrförmigen Element **1715** aufzuweiten, eine Fluidichtung in der Überlappung des rohrförmigen Elements **1715** zu erzeugen und einen Grenzflächensitz zu erzeugen, der ausreicht, damit das rohrförmige Element **1715** durch die rohrförmige Auskleidung **1620** getragen werden kann. Der rohrförmige Körper aus zusammendrückbarem Material **1645** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen zusammendrückbaren Materialien umfassen, wie etwa beispielsweise Epoxidharz-, Gummi-, Teflon-, Kunststoff- oder Bleirohre. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der ringförmige Körper **1645** aus zusammendrückbarem Material Stratalock-Epoxidharz, erhältlich von Halliburton Energy Services, um in optimaler Weise eine hydraulische Dichtung in der Überlappungsverbindung bereitzustellen, während sie außerdem zur Minimierung der radialen Kraft, die erforderlich ist, die rohrförmige Auskleidung aufzuweiten, Nachgiebigkeit aufweist. Die Wandungsdicke des ringförmigen Körpers aus zusammendrückbarem Material **1645** kann von etwa 0,05 bis 0,75 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Wandungsdicke des ringförmigen Körpers **1645** aus zusammendrückbarem Material von etwa 0,1 bis 0,5 Inch, um in optimaler Weise eine große zusammendrückbare Zone bereitzustellen, um die radialen Kräfte zu minimieren, um die radialen Kräfte zu minimieren, die erforderlich sind, die rohrförmige Auskleidung aufzuweiten, um für Verschalungsgestänge Dicke bereitzustellen, um Kontakt mit der Innenseite der Schachtbohrung bei radialer Aufweitung bereitzustellen, und um eine hydraulische Dichtung bereitzustellen.

Um die Schachtbohrung **1600** in die unterirdische Formation **1605** vorzutreiben, wird, wie in Fig. 14b gezeigt, ein Bohrgestänge in an sich bekannter Weise verwendet, um Material aus der unterirdischen Formation **1605** auszubohren, um einen neuen Schachtbohrungsabschnitt **1650** zu bilden. Der Durchmesser des neuen Abschnitts **1650** ist bevorzugt gleich oder größer als der Innendurchmesser des rohrförmigen Auskleidungsabschnitts **1620**.

Wie in Fig. 14c gezeigt, wird daraufhin eine bevorzugte Ausführungsform einer Vorrichtung **1700** zum Bilden einer Schachtbohrungverschalung mit einheitlichem Durchmesser in einer unterirdischen Formation in dem neuen Abschnitt **1650** der Schachtbohrung **1600** positioniert. Die Vorrichtung **1700** umfaßt bevorzugt ein Tragelement **1705**, einen aufweitbaren Dorn bzw. einen Molch **1710**, ein rohrförmiges Element **1715**, einen Schuh **1720**, Schleif- bzw. Gleitelemente **1725**, einen Fluiddurchlaß **1730**, einen oder mehrere Fluiddurchlässe **1735**, einen Fluiddurchlaß **1740**, einen

ersten zusammendrückbaren ringförmigen Körper **1745**, einen zweiten zusammendrückbaren ringförmigen Körper **1750** und eine Druckkammer **1755**.

Das Tragelement **1705** stützt die Vorrichtung **1700** in der Schachtbohrung **1600** ab. Das Tragelement **1705** ist mit dem Dorn **1710**, dem rohrförmigen Element **1715**, dem Schuh **1720** und den Gleitelementen **1725** verbunden. Das Tragelement **1705** umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element. Der Fluiddurchlaß **1730** ist in dem Tragelement **1705** positioniert. Die Fluiddurchlässe **1735** verbunden fluidmäßig den Fluiddurchlaß **1730** mit der Druckkammer **1755**. Der Fluiddurchlaß **1740** verbindet fluidmäßig den Fluiddurchlaß **1730** mit dem Bereich außerhalb der Vorrichtung **1700**.

Das Tragelement **1705** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Edelstahl, Legierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Chrom-13-Stahl, Glasfasern oder anderen hoch anderen hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Tragelement **1705** hergestellt aus Oilfield Country Tubular Goods, erhältlich von verschiedenen ausländischen und inländischen Stahlwerken, zum optimalen Bereitstellen der betriebsmäßigen Festigkeit und zum Erleichtern der Verwendung von anderem standardmäßigem Öl-Explorationshandhabungseinrichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt zumindest ein Teil des Tragelements **1705** ein Spiralrohr oder ein Bohrrohr. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Tragelement **1705** eine Lastschulter **1820** zum Tragen des Dorns **1710**, wenn die Druckkammer **1755** vom Druck befreit wird.

Der Dorn **1710** ist durch das Tragelement **1705** und den Schuh **1720** abgestützt und gleitend mit diesen verbunden. Der Dorn **1710** umfaßt bevorzugt einen oberen Abschnitt **1760** und einen unteren Abschnitt **1765**. Bevorzugt legen sowohl der obere Abschnitt **1760** des Dorns **1710** wie das Tragelement **1705** gemeinsam die Druckkammer **1755** fest. Bevorzugt umfaßt der untere Abschnitt **1765** des Dorns **1710** ein Aufweitungselement **1770** zum radialen Aufweiten des rohrförmigen Elements **1715**.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der obere Abschnitt **1760** des Dorns **1710** ein rohrförmiges Element **1775** mit einem Innendurchmesser größer als der Außendurchmesser des Tragelements **1705**. Auf diese Weise wird eine ringförmige Druckkammer **1755** festgelegt durch das rohrförmige Element **1775** und das Tragelement **1705** sowie zwischen diesen positioniert. Die Oberseite **1780** des rohrförmigen Elements **1775** umfaßt bevorzugt ein Lager und eine Dichtung zum Abdichten und Abstützen der Oberseite **1780** des rohrförmigen Elements **1775** gegenüber der Außenseite des Tragelements **1705**. Der Boden **1785** des rohrförmigen Elements **1775** umfaßt bevorzugt ein Lager und eine Dichtung zum Abdichten und Abstützen des Bodens **1785** des rohrförmigen Elements **1775** gegenüber der Außenseite des Tragelements **1705** bzw. des Schuhs **1720**. Auf diese Weise bewegt sich der Dorn **1710** in axialer Richtung bei Unterdrucksetzen der Druckkammer **1755**.

Der untere Abschnitt **1765** des Dorns **1710** umfaßt bevorzugt ein Aufweitungselement **1770** zum radialen Aufweiten des rohrförmigen Elements **1715** während des Unterdrucksetzens der Druckkammer **1755**. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Aufweitungselement in der radialen Richtung aufweitbar. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform paßt die Innenseite des unteren Abschnitts **1765** des Dorns **1710** zusammen mit der Außenseite des Schuhs **1720** und gleitet relativ zu dieser. Der Außendurchmesser des Aufweitungselements **1770** kann von etwa 90 bis 100%

des Innendurchmessers der rohrförmigen Auskleidung **1620** reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Außendurchmesser des Aufweitungselements **1770** von etwa 95 bis 99% des Innendurchmessers der rohrförmigen Auskleidung **1620**. Das Aufweitungselement **1770** kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie etwa beispielsweise aus Maschinenwerkzeugstahl, Keramik, Wolframcarbid, Titan oder anderen hochfesten Legierungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Aufweitungselement **1770** hergestellt aus D2-Maschinenstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit und Abriebbeständigkeit bereitzustellen.

Das rohrförmige Element **1715** ist mit dem Tragelement **1705** und den Gleitelementen **1725** verbunden und durch diese abgestützt. Das rohrförmige Element **1715** umfaßt einen oberen Abschnitt **1790** und einen unteren Abschnitt **1795**.

Der obere Abschnitt **1790** des rohrförmigen Elements **1715** umfaßt bevorzugt eine innere ringförmige Eintiefung **1800**, welche sich ausgehend von dem oberen Abschnitt **1790** des rohrförmigen Elements **1715** erstreckt. Auf diese Weise umfaßt zumindest ein Teil des oberen Abschnitts **1790** des rohrförmigen Elements **1715** einen dünnwandigen Abschnitt **1805**. Das erste zusammendrückbare ringförmige Element **1745** ist bevorzugt mit der Außenseite des oberen Abschnitts **1790** des rohrförmigen Elements **1715** in Gegenüberlagebeziehung zu dem dünnwandigen Abschnitt **1805** verbunden und durch diesen abgestützt.

Der untere Abschnitt **1795** des rohrförmigen Elements **1715** umfaßt bevorzugt eine äußere ringförmige Eintiefung **1810**, welche sich ausgehend vom unteren Abschnitt **1790** des rohrförmigen Elements **1715** erstreckt. Auf diese Weise umfaßt mindestens ein Teil des unteren Abschnitts **1795** des rohrförmigen Elements **1715** einen dünnwandigen Abschnitt **1815**. Das zweite zusammendrückbare ringförmige Element **1750** ist mit der äußeren ringförmigen Eintiefung **1810** des oberen Abschnitts **1790** des rohrförmigen Elements **1715** in Gegenüberlagebeziehung zu dem dünnwandigen Abschnitt **1815** verbunden und zumindest teilweise durch diese getragen.

Das rohrförmige Element **1715** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Edelstahl, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Stahl von Kraftfahrzeug-Qualität, Glasfasern, Chrom-13-Stahl oder aus einem anderen hochfesten Material oder einem hochfesten Kunststoff. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das rohrförmige Element **1715** aus Oilfield Country Tubular Goods hergestellt, erhältlich von verschiedenen ausländischen und inländischen Stahlwerken, um in optimaler Weise betriebsmäßige Festigkeit bereitzustellen.

Der Schuh **1720** ist durch das Tragelement **1705** abgestützt und mit diesem verbunden. Der Schuh **1720** umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Wandungsdicke des Schuhs **1720** größer als die Wandungsdicke des Tragelements **1705**, um in optimaler Weise eine vergrößerte radiale Abstützung für den Dorn **1710** bereitzustellen. Der Schuh **1720** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Edelstahl, Stahl von Kraftfahrzeug-Qualität, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl oder aus hochfestem Kunststoff. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Schuh **1720** aus Oilfield Country Tubular Goods hergestellt, erhältlich von verschiedenen ausländischen und

inländischen Stahlwerken, um in optimaler Weise zusammenpassende bzw. miteinander übereinstimmende betriebsmäßige Festigkeit über die gesamte Vorrichtung bereitzustellen.

Die Gleitelemente **1725** sind mit dem Tragelement **1705** verbunden und durch dieses getragen. Die Gleitelemente **1725** tragen lösbar das rohrförmige Element **1715**. Auf diese Weise tragen während der radialen Aufweitung des rohrförmigen Elements **1715** die Gleitelemente **1725** dazu bei, das rohrförmige Element **1715** in im wesentlichen stationärer Position dadurch zu halten, daß eine Aufwärtsbewegung des rohrförmigen Elements **1715** verhindert wird.

Die Gleitelemente **1725** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Gleitelementen umfassen, wie etwa beispielsweise mechanische RTTS-Dichtstück-Wolframcarbid-Gleitelemente, mechanische RTTS-Dichtstückgeflecht-Gleitelemente oder rückgewinnbare obere mechanische Brückenstopfen-Wolframcarbid-Gleitelemente. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Gleitelemente **1725** mechanische RTTS-Dichtstück-Wolframcarbid-Gleitelemente, erhältlich von Halliburton Energy Services. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Gleitelemente **1725** dazu ausgelegt, axiale Kräfte aufzunehmen, die von etwa 0 bis 750.000 lbf reichen.

Der Fluiddurchlaß **1730** fördert Fluidmaterialien von einer Oberflächenstelle in das Innere des Tragelements **1705**, die Druckkammer **1755** und den Bereich außerhalb der Vorrichtung **1700**. Der Fluiddurchlaß **1730** ist fluidmäßig mit der Druckkammer **1755** durch die Fluiddurchlässe **1735** verbunden. Der Fluiddurchlaß **1730** ist fluidmäßig mit dem Bereich außerhalb der Vorrichtung **1700** durch den Fluiddurchlaß **1740** verbunden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **1730** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien zu fördern, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxidharz, Bohrschlämme, Schlackengemisch, Wasser oder Bohrgase. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **1730** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien mit Durchsätzen und Drücken zu fördern, die von etwa 0 bis 3.000 Gallonen/Minute bzw. 0 bis 9.000 psi reichen, um in optimaler Weise Durchsätze und Betriebsdrücke für den radialen Aufweittingsprozeß bereitzustellen.

Die Fluiddurchlässe **1735** fördern Fluidmaterial aus dem Fluiddurchlaß **1730** zu der Druckkammer **1755**. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **1735** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien zu fördern, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxidharz, Bohrschlämme, Wasser oder Bohrgase. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **1735** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien mit Durchsätzen und Drücken zu fördern, die von etwa 0 bis 500 Gallonen/Minute bzw. 0 bis 9.000 psi reichen, um in optimaler Weise Betriebsdrücke und Durchsätze für die verschiedenen Aufweittingsprozesse bereitzustellen.

Der Fluiddurchlaß **1740** fördert Fluidmaterialien von dem Fluiddurchlaß **1730** zu dem Bereich außerhalb der Vorrichtung **1700**. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **1740** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien zu fördern, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxidharz, Bohrschlämme, Wasser oder Bohrgase. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **1740** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien mit Durchsätzen und Drücken zu fördern, die von etwa 0 bis 3.000 Gallonen/Minute bzw. 0 bis 9.000 psi reichen, um in optimaler Weise Betriebsdrücke und Durchsätze für die verschiedenen radialen Aufweittingsprozesse bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **1740** dazu ausgelegt, einen Stopfen oder eine ähn-

liche Einrichtung zum Abdichten des Fluiddurchlasses **1740** aufzunehmen. Auf diese Weise kann die Druckkammer **1755** unter Druck gesetzt werden.

Der erste zusammendrückbare ringförmige Körper **1745** ist mit einer Außenseite des oberen Abschnitts **1790** des rohrförmigen Elements **1715** verbunden und durch diese abgestützt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste zusammendrückbare ringförmige Körper **1745** in Gegenüberlagebeziehung zu dem dünnwandigen Abschnitt **1805** des rohrförmigen Elements **1715** positioniert.

Der erste zusammendrückbare ringförmige Körper **1745** trägt dazu bei, die radiale Kraft zu minimieren, die erforderlich ist, das rohrförmige Element **1715** in Überlappung mit der rohrförmigen Auskleidung **1620** aufzuweiten, eine Fluiddichtung in der Überlappung mit der rohrförmigen Auskleidung **1620** zu erzeugen und einen Grenzflächensitz zu erzeugen, der hinreicht, das rohrförmige Element **1715** durch die rohrförmige Auskleidung **1620** abzustützen. Der erste zusammendrückbare ringförmige Körper **1745** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen zusammendrückbaren Materialien umfassen, wie etwa beispielsweise Epoxidharz-, Gummi-, Teflon-, Kunststoff- oder hohle Bleirohre. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der erste zusammendrückbare ringförmige Körper **1745** Stratalock-Epoxidharz, erhältlich von Halliburton Energy Services, um in optimaler Weise eine hydraulische Dichtung und Zusammendrückbarkeit bereitzustellen, um die radiale Aufweitungskraft zu minimieren.

Die Wandungsdicke des ersten zusammendrückbaren ringförmigen Körpers **1745** kann von etwa 0,05 bis 0,75 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Wandungsdicke des ersten zusammendrückbaren ringförmigen Körpers **1745** von etwa 0,1 bis 0,5 Inch, um in optimaler Weise (1) eine große zusammendrückbare Zone bereitzustellen, (2) die erforderliche radiale Aufweitungskraft zu minimieren, (3) die radiale Kraft auf die rohrförmigen Auskleidungen zu übertragen. Infolge hiervon ist gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der gesamte Außendurchmesser des rohrförmigen Elements **1715** in etwa gleich dem gesamten Innendurchmesser des rohrförmigen Elements **1620**.

Der zweite zusammendrückbare ringförmige Körper **1750** ist mit der äußeren ringförmigen Eintiefung **1810** des rohrförmigen Elements **1715** verbunden und zumindest teilweise innerhalb derselben abgestützt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite zusammendrückbare ringförmige Körper **1750** in Gegenüberlagebeziehung zu dem dünnwandigen Abschnitt **1815** des rohrförmigen Elements **1715** angeordnet.

Der zweite zusammendrückbare rohrförmige Körper **1750** trägt dazu bei, die radiale Kraft zu minimieren, die erforderlich ist, das rohrförmige Element **1715** in Überlappung mit einem weiteren rohrförmigen Element aufzuweiten, eine Fluiddichtung in der Überlappung des rohrförmigen Element **1715** mit dem weiteren Element zu erzeugen und einen Grenzflächensitz zu erzeugen, der hinreicht, damit ein weiteres rohrförmiges Element durch das rohrförmige Element **1715** abgestützt werden kann. Der zweite zusammendrückbare rohrförmige Körper **1750** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien umfassen, wie etwa beispielsweise Epoxidharz-, Gummi-, Teflon-, Kunststoff- oder hohle Bleirohre. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der erste zusammendrückbare ringförmige Körper **1750** Stratalock-Epoxidharz, erhältlich von Halliburton Energy Services, um in optimaler Weise eine hydraulische Dichtung in der Überlappingsverbindung bereitzustellen sowie eine Zusammendrückbarkeit, welche die radiale Aufweitungskraft

minimiert.

Die Wandungsdicke des zweiten zusammendrückbaren ringförmigen Körpers **1750** kann von etwa 0,05 bis 0,75 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Wandungsdicke des zweiten zusammendrückbaren ringförmigen Körpers **1750** von etwa 0,1 bis 0,5 Inch, um in optimaler Weise eine große zusammendrückbare Zone bereitzustellen, und um die radiale Kraft zu minimieren, die erforderlich ist, das rohrförmige Element **1715** während nachfolgender Aufweitungsvorgänge aufzuweiten.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform ist der Außendurchmesser des zweiten zusammendrückbaren ringförmigen Körpers **1750** dazu ausgelegt, eine Abdichtung gegenüber der umgebenden Formation bereitzustellen, wodurch die Notwendigkeit für einen äußeren ringförmigen Zementkörper entfällt.

Die Druckkammer **1755** ist fluidmäßig mit dem Fluiddurchlaß **1730** durch die Fluiddurchlässe **1735** verbunden. Die Druckkammer **1755** ist bevorzugt dazu ausgelegt, Fluidmaterialien aufzunehmen, wie etwa beispielsweise Bohrschlämme, Wasser oder Bohrgase. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Druckkammer **1755** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien mit Durchsätzen und Drücken aufzunehmen, die von etwa 0 bis 500 Gallonen/Minute bzw. 0 bis 9.000 reichen, um in optimaler Weise den Aufweitungsdruk bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht während des Unterdrucksetzens der Druckkammer **1755** der Betriebsdruck der Druckkammer von etwa 0 bis 5.000 psi, um in optimaler Weise den Aufweitungsdruk bereitzustellen, während die Möglichkeit einer katastrophalen Störung aufgrund einer Überdruckerzeugung minimiert wird.

Wie in Fig. 14d gezeigt, ist die Vorrichtung **1700** bevorzugt in der Schachtbohrung **1600** positioniert, wobei das rohrförmige Element **1715** in überlappender Beziehung mit der rohrförmigen Auskleidung **1620** positioniert ist. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform sind die dünnwandigen Abschnitte **1640** und **1805** der rohrförmigen Auskleidung **1620** und das rohrförmige Element **1725** in gegenüberliegender Überlappingsbeziehung positioniert. Auf diese Weise drückt die radiale Aufweitung des rohrförmigen Elements **1725** die dünnwandigen Abschnitte **1640** und **1805** und die ringförmigen zusammendrückbaren Elemente **1645** und **1745** in innigen Kontakt miteinander zusammen.

Nach dem Positionieren der Vorrichtung **1700** wird ein Fluidmaterial **1825** in den Fluiddurchlaß **1730** gepumpt. Das Fluidmaterial **1825** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien umfassen, wie etwa beispielsweise Wasser, Bohrschlamm, Bohrgase, Zement oder Epoxidharz. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Fluidmaterial **1825** ein aushärtbares Fluidichtungsmaterial, wie etwa beispielsweise Zement, um einen äußeren ringförmigen Körper um das aufgeweitete rohrförmige Element **1715** bereitzustellen.

Das Fluidmaterial **1825** kann in den Fluiddurchlaß **1730** mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt werden, die beispielsweise von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Das Fluidmaterial **1825**, welches in den Fluiddurchlaß **1730** gepumpt wird, durchsetzt den Fluiddurchlaß **1740** und die Außenseite der Vorrichtung **1700**. Das Fluidmaterial **1825** füllt den ringförmigen Bereich zwischen der Außenseite der Vorrichtung **1700** und den Innenwänden der Schachtbohrung **1600**.

Wie in Fig. 14e gezeigt, wird daraufhin ein Stopfen **1835** in den Fluiddurchlaß **1730** eingeführt. Der Stopfen **1835** wird im Einlaß des Fluiddurchlasses **1740** aufgenommen

und isoliert fluidmäßig den Fluiddurchlaß **1730** und versperst diesen.

Ein Fluidmaterial **1840** wird daraufhin in den Fluiddurchlaß **1730** gepumpt. Das Fluidmaterial kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien umfassen, wie etwa beispielsweise Wasser, Bohrschlamm oder Bohrgase. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Fluidmaterial **1825** ein nicht aushärtbares Fluidmaterial, wie etwa beispielsweise Bohrschlamm oder Bohrgase, um in optimaler Weise ein Unterdrucksetzen der Druckkammer **1755** bereitzustellen.

Das Fluidmaterial **1840** kann in den Fluiddurchlaß **1730** mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt werden, die beispielsweise von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 500 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Fluidmaterial **1840** in den Fluiddurchlaß **1730** mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt, die von etwa 500 bis 5.000 psi bzw. 0 bis 500 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise Betriebsdrücke und Durchsätze für eine radiale Aufweitung bereitzustellen.

Das in den Fluiddurchlaß **1730** gepumpte Fluidmaterial durchsetzt die Fluiddurchlässe **1735** und gelangt in die Druckkammer **1755**. Fortgesetztes Pumpen des Fluidmaterials **1840** setzt die Druckkammer **1755** unter Druck. Das Unterdrucksetzen der Druckkammer **1755** veranlaßt den Dorn **1710** dazu, sich relativ zu dem Tragelement **1705** in der durch den Pfeil **1845** bezeichneten Richtung zu bewegen. Auf diese Weise veranlaßt der Dorn **1710** das rohrförmige Element **1715** dazu, in radialer Richtung aufzuweichen.

Während des radialen Aufweitungsprozesses wird das rohrförmige Element **1715** durch die Gleitelemente **1725** daran gehindert, sich in Aufwärtsrichtung zu bewegen. Eine Länge des rohrförmigen Elements **1715** wird daraufhin in der radialen Richtung durch das Unterdrucksetzen der Druckkammer **1755** aufgeweitet. Die Länge des rohrförmigen Elements **1715**, das während des Aufweitungsprozesses aufgeweitet wurde, ist proportional zur Hublänge des Dorns **1710**. Bei Beendigung des Hubs wird der Betriebsdruck der Druckkammer **1755** verringert und der Dorn fällt in seine Ruhestellung, wobei das rohrförmige Element **1715** durch den Dorn **1710** getragen ist. Die Position des Tragelements **1705** kann über den gesamten radialen Aufweitungsprozeß eingestellt werden, um die Überlappungsbeziehung zwischen den dünnwandigen Abschnitten **1640** und **1805** der rohrförmigen Auskleidung **1620** und des rohrförmigen Elements **1715** aufrechtzuerhalten. Die Hubbewegung des Dorns **1710** wird daraufhin, falls erforderlich, wiederholt, bis der dünnwandige Abschnitt **1805** des rohrförmigen Elements **1715** in den dünnwandigen Abschnitt **1640** der rohrförmigen Auskleidung **1620** aufgeweitet ist.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden während des abschließenden Hubs des Dorns **1710** die Schleifelemente **1775** so nahe wie möglich an dem dünnwandigen Abschnitt **1805** des rohrförmigen Elements **1715** positioniert, um ein Rutschen zwischen dem rohrförmigen Element **1715** und der rohrförmigen Auskleidung **1620** zum Ende des radialen Aufweitungsprozesses zu minimieren. Alternativ oder zusätzlich wird der Außendurchmesser des ersten zusammendrückbaren Elements **1745** so gewählt, daß ein ausreichender Grenzflächensitz mit der rohrförmigen Auskleidung **1620** sichergestellt wird, um eine axiale Verschiebung des rohrförmigen Elements **1715** während des abschließenden Hubs zu verhindern. Alternativ oder zusätzlich wird der Außendurchmesser des zweiten zusammendrückbaren ringförmigen Körpers **1750** ausreichend groß gemacht, um einen Grenzflächensitz mit den Innenwänden der Schachtbohrung **1600** zu einem früheren Punkt (bzw. Zeitpunkt) beim radialen Aufweitungsprozeß bereitzustellen,

um eine weitere axiale Verschiebung des rohrförmigen Elements **1715** zu verhindern. Bei dieser abschließenden Alternative ist der Grenzflächensitz bevorzugt so gewählt, daß er eine Aufweitung des rohrförmigen Elements **1715** durch Ziehen des Dorns **1710** aus der Schachtbohrung **1600** heraus ermöglicht, ohne daß die Druckkammer **1755** unter Druck gesetzt werden muß.

Während des radialen Aufweitungsprozesses sind die unter Druck gesetzten Bereiche der Vorrichtung **1700** begrenzt auf die Fluiddurchlässe **1730** innerhalb des Tragelements **1705** und die Druckkammer **1755** innerhalb des Dorns **1710**. Kein Fluiddruck wirkt direkt auf das rohrförmige Element **1715**. Dies erlaubt die Verwendung von Betriebsdrücken, die höher sind als diejenigen, welchen das rohrförmige Element **1715** normalerweise zu widerstehen vermag.

Sobald das rohrförmige Element **1715** vollständig von dem Dorn **1710** weggepreßt ist, werden das Tragelement **1705** und der Dorn **1710** aus der Schachtbohrung **1600** entfernt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Kontaktdruck zwischen den verformten dünnwandigen Abschnitten **1640** und **1805** und den zusammendrückbaren ringförmigen Elementen **1645** und **1745** von etwa 400 bis 10.000 psi, um in optimaler Weise das rohrförmige Element **1715** unter Verwendung der rohrförmigen Auskleidung **1620** abzustützen.

Auf diese Weise wird das rohrförmige Element **1715** direkt in Kontakt mit der rohrförmigen Auskleidung **1620** aufgeweitet durch Unterdrucksetzen des Innern des Fluiddurchlasses **1730** und der Druckkammer **1755**.

Sobald gemäß einer bevorzugten Ausführungsform in wie in Fig. 14f gezeigt, das rohrförmige Element **1715** vollständig in der radialen Richtung durch den Dorn **1710** aufgeweitet ist, werden das Tragelement **1705** und der Dorn **1710** aus der Schachtbohrung **1600** entfernt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird daraufhin der ringförmige Körper aus aushärtbarem Fluidmaterial aushärten gelassen, um einen starren bzw. festen äußeren ringförmigen Körper **1850** zu bilden. In dem Fall, daß das rohrförmige Element **1715** geschlitzt ist, durchdringt das aushärtbare Fluidmaterial bevorzugt das aufgeweitete rohrförmige Element **1715** und hüllt dieses ein.

Der resultierende neue Abschnitt der Schachtbohrungs-Verschalung **1855** umfaßt das aufgeweitete rohrförmige Element **1715** und den starren äußeren ringförmigen Körper **1850**. Die überlappende Verbindung **1860** zwischen der rohrförmigen Auskleidung **1620** und dem aufgeweiteten rohrförmigen Element **1715** umfaßt die verformten dünnwandigen Abschnitte **1640** und **1805**, und die zusammendrückbaren ringförmigen Körper **1645** und **1745**. Der Innendurchmesser der resultierenden zusammengedrückten Schachtbohrungs-Verschalungen ist im wesentlichen konstant. Auf diese Weise wird eine Schachtbohrungs-Verschalung mit durchgehend gleichem Durchmesser gebildet. Dieser Prozeß des Aufweitens rohrförmiger überlappender Elemente mit dünnwandigen Endabschnitten mit zusammendrückbaren ringförmigen Körpern in Kontakt kann für die gesamte Länge einer Schachtbohrung wiederholt werden. Auf diese Weise kann eine Schachtbohrungs-Verschalung für tausende Fuß in einer unterirdischen Formation mit durchgehend gleichem Durchmesser bereitgestellt werden.

Unter Bezug auf Fig. 15, 15a und 15b wird eine Ausführungsform einer Vorrichtung **1900** zum Aufweiten eines rohrförmigen Elements erläutert. Die Vorrichtung **1900** umfaßt bevorzugt ein Bohrrohr **1905**, einen Innengestängeadapter **1910**, eine Dichtungsbuchse **1915**, einen inneren Dichtungsdorn **1920**, einen oberen Dichtungskopf **1925**, einen unteren Dichtungskopf **1930**, einen äußeren Dichtungsdorn **1935**, einen Lastdorn **1940**, einen Aufweitungskonus **1945**,

ein Dornstart- bzw. -ausbringgerät 1950, einen mechanischen Gleitkörper 1955, mechanische Gleitelemente 1960, Schleppblöcke 1965, eine Verschalung 1970 und Fluiddurchlässe 1975, 1980, 1985 und 1990.

Das Bohrrrohr 1905 ist mit dem Innengestängeadapter 1910 verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung 1900 stützt das Bohrrrohr 1905 die Vorrichtung 1900 ab. Das Bohrrrohr 1905 umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Das Bohrrrohr 1905 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt werden, wie etwa beispielsweise Oilfield Country Tubular Bohrröhre, Glasfaser- oder Spiralrohre. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Bohrrrohr 1905 hergestellt aus einem Spiralrohr, um die Platzierung der Vorrichtung 1900 in nicht vertikalen Schachtbohrungen zu erleichtern. Das Bohrrrohr 1905 kann mit dem Innengestängeadapter 1910 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise mit Bohrrrohrverbindern, speziellen OCTG-Kastenstiftverbindern, einem Ratschenverriegelungsverbinde oder einem Standardkasten/Stiftverbinder. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Bohrrrohr 1905 mit dem Innengestängeadapter 1910 durch einen Bohrrrohrverbinder lösbar verbunden.

Das Bohrrrohr 1905 umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß 1975, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien von einer Oberflächenstelle in den Fluiddurchlaß 1980 zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 1975 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Zement, Bohrschlamm, Epoxidharz oder Schmiermittel mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der Innengestängeadapter 1910 ist mit dem Bohrgestänge 1905 und der Dichtungsbuchse 1915 verbunden. Der Innengestängeadapter 1910 umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element oder mehrere derartige Elemente. Der Innengestängeadapter 1910 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niederlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform einer bevorzugten Ausführungsform ist der Innengestängeadapter 1910 hergestellt aus Oilfield Country Tubular Goods, um in optimaler Weise mechanische Eigenschaften bereitzustellen, die eng mit denjenigen des Bohrgestänges 1905 übereinstimmen.

Der Innengestängeadapter 1910 kann mit dem Bohrgestänge 1905 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise Bohrrrohrverbindern, Spezialtypen von Gewindeverbindern von Oilfield Country Tubular Goods, einem ratschenverriegelbaren Aufrauungsverbindung oder Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Innengestängeadapter 1910 mit dem Bohrrrohr 1905 durch eine Bohrrrohrverbindung lösbar verbunden. Der Innengestängeadapter 1910 kann mit der Dichtungsbuchse 1915 unter Verwendung einer Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einem speziellen Gewindeverbinder von Oilfield Country Tubular Goods, Ratschenverriegelungs-Aufrauungsverbindern oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Innengestängeadapter

1910 mit der Dichtungsbuchse 1915 durch eine Standardgewindeverbindung verbunden.

Der Innengestängeadapter 1910 umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß 1980, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien von dem Fluiddurchlaß 1975 in den Fluiddurchlaß 1985 zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 1980 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Zement, Bohrschlamm, Epoxidharz oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Die Dichtungsbuchse 1915 ist mit dem Innengestängeadapter 1910 und dem inneren Dichtungsdom 1920 verbunden. Die Dichtungsbuchse 1915 umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element oder mehrere derartige Elemente. Die Dichtungsbuchse 1915 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Kohlenstoffstahl, Niederlegierungsstahl, Edelstahl oder anderen hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dichtungsbuchse 1915 aus Oilfield Country Tubular Goods hergestellt, um in optimaler Weise mechanische Eigenschaften bereitzustellen, die im wesentlichen mit denjenigen der verbleibenden Bauteilen der Vorrichtung 1900 übereinstimmen.

Die Dichtungsbuchse 1915 kann mit dem Innengestängeadapter 1910 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise mit einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungs-Aufrauungsverbindung oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dichtungsbuchse 1915 mit dem Innengestängeadapter 1910 durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Die Dichtungsbuchse 1915 kann mit dem inneren Dichtungsdom 1920 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise mit einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung von Oilfield Country Tubular Goods oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dichtungsbuchse 1915 mit dem inneren Dichtungsdom 1920 durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden.

Die Dichtungsbuchse 1915 umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß 1985, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien aus dem Fluiddurchlaß 1980 in den Fluiddurchlaß 1990 zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 1985 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Zement, Bohrschlamm, Epoxidharz oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der innere Dichtungsdom 1920 ist mit der Dichtungsbuchse 1915 und dem unteren Dichtungskopf 1930 verbunden. Der innere Dichtungsdom 1920 umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Der innere Dichtungsdom 1920 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Edelstahl, Niederlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der innere Dichtungsdom 1920 aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise mechanische Eigenschaften bereitzustellen, die ähnlich zu denjenigen der übrigen

Bauteile der Vorrichtung **1900** sind, während eine glatte Außenseite bereitgestellt wird, um Dichtungen und andere bewegliche Teile zu tragen, die mit minimalem Verschleiß, minimaler Korrosion und Grübchenkorrosion betrieben werden können.

Der innere Dichtungsdorn **1920** kann mit der Dichtungsbuchse **1915** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise mit einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der innere Dichtungsdorn **1920** mit der Dichtungsbuchse **1915** durch Standardgewindeverbindungen lösbar verbunden. Der innere Dichtungsdorn **1920** kann mit dem unteren Dichtungskopf **1930** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrohrverbindung oder Standardgewindeverbindungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der innere Dichtungsdorn **1920** mit dem unteren Dichtungskopf **1930** durch eine Standardgewindeverbindung verbunden.

Der innere Dichtungsdorn **1920** umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß **1990**, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien aus dem Fluiddurchlaß **1985** in den Fluiddurchlaß **1995** zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **1990** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Zement, Bohrschlamm, Epoxidharz oder Schmiermittel mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der obere Dichtungskopf **1925** ist mit dem äußeren Dichtungsdorn **1935** und dem Aufweitungskonus **1945** verbunden. Der obere Dichtungskopf **1925** ist außerdem beweglich mit der Außenseite des inneren Dichtungsdorns **1920** und der Innenseite der Verschalung **1970** verbunden. Auf diese Weise laufen der obere Dichtungskopf **1925**, der äußere Dichtungsdorn **1935**, der Aufweitungskonus **1945** in der axialen Richtung hin und her. Der radiale Freiraum bzw. das radiale Spiel zwischen der inneren Zylinderfläche bzw. -seite des oberen Dichtungskopfs **1925** und der Außenseite des inneren Dichtungsdorns **1920** kann beispielsweise von etwa 0,025 bis 0,05 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der inneren Zylinderoberfläche des oberen Dichtungskopfs **1925** und der Außenseite des inneren Dichtungsdorns **1920** von etwa 0,005 bis 0,01 Inch, um in optimaler Weise einen Freiraum zur Platzierung einer Druckdichtung bereitzustellen. Der radiale Freiraum zwischen der äußeren zylindrischen Oberfläche des oberen Dichtungskopfs **1925** und der Innenseite der Verschalung **1970** kann beispielsweise von etwa 0,025 bis 0,375 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der äußeren zylindrischen Oberfläche des oberen Dichtungskopfs **1925** und der Innenseite der Verschalung **1970** von etwa 0,025 bis 0,125 Inch, um in optimaler Weise eine Stabilisierung für den Aufweitungskonus **1945** bereitzustellen, wenn der Aufweitungskonus **1945** innerhalb der Verschalung **1970** aufwärts bewegt wird.

Der obere Dichtungskopf **1925** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der obere Dichtungskopf **1925** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Edelstahl, Maschinenwerkzeugstahl oder ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der

obere Dichtungskopf **1925** hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit und gleichmäßige bzw. glatte Außenseiten bereitzustellen, die beständig gegenüber Verschleiß, Abrieb bzw. Scheuern, Korrosion und Grübchenkorrosion sind.

Die Innenseite des oberen Dichtungskopfs **1925** umfaßt bevorzugt ein oder mehrere ringförmige Dichtungselemente **2000** zum Abdichten der Grenzfläche zwischen dem oberen Dichtungskopf **1925** und dem inneren Dichtungsdorn **1920**. Die Dichtungselemente **2000** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen ringförmigen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **2000** Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für eine lange axiale Bewegung bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der obere Dichtungskopf **1925** eine Schulter **2005** zum Tragen bzw. Abstützen des oberen Dichtungskopfs **1925** auf dem unteren Dichtungskopf **1930**.

Der obere Dichtungskopf **1925** kann mit dem äußeren Dichtungsdorn **1925** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise mittels einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods oder aus standardgemäßen Gewindeverbindungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der obere Dichtungskopf **1925** mit dem äußeren Dichtungsdorn **1935** durch standardmäßige Gewindeverbindungen lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem oberen Dichtungskopf **1925** und dem äußeren Dichtungsdorn **1935** ein oder mehrere Dichtungselemente **2010** zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem oberen Dichtungskopf **1925** und dem äußeren Dichtungsdorn **1935**. Die Dichtungselemente **2010** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **2010** Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für eine lange axiale Hubbewegung bereitzustellen.

Der untere Dichtungskopf **1930** ist mit dem inneren Dichtungsdorn **1920** und dem Lastdorn **1940** verbunden. Der untere Dichtungskopf **1930** kann ebenfalls beweglich mit der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns **1935** verbunden sein. Auf diese Weise laufen der obere Dichtungskopf **1925** und der äußere Dichtungsdorn **1935** in der axialen Richtung hin und her. Der radiale Freiraum bzw. das radiale Spiel zwischen der Außenseite des unteren Dichtungskopfs **1930** und der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns **1935** kann beispielsweise von etwa 0,025 bis 0,05 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Freiraum zwischen der Außenseite des unteren Dichtungskopfs **1930** und der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns **1935** von etwa 0,005 bis 0,010 Inch, um in optimaler Weise eine enge Toleranz mit Raum zur Installation von Druckdichtungsringen bereitzustellen.

Der untere Dichtungskopf **1930** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der untere Dichtungskopf **1930** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Edelstahl, Maschinenwerkzeugstahl oder ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß

einer bevorzugten Ausführungsform ist der untere Dichtungskopf **1930** aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit und Beständigkeit gegenüber Verschleiß, Scheuern und Grübchenkorrosion bereitzustellen.

Die Außenseite des unteren Dichtungskopfs **1930** umfaßt bevorzugt ein oder mehrere ringförmige Dichtungselemente **2015** zum Abdichten der Grenzfläche zwischen dem unteren Dichtungskopf **1930** und dem äußeren Dichtungsdorn **1935**. Die Dichtungselemente **2015** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen ringförmigen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **2015** Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Der untere Dichtungskopf **1930** kann mit dem inneren Dichtungsdorn **1920** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden oder durch eine Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der untere Dichtungskopf **1930** mit dem inneren Dichtungsdorn **1920** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem unteren Dichtungskopf **1930** und dem inneren Dichtungsdorn **1920** ein oder mehrere Dichtungselemente **2020** zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem unteren Dichtungskopf **1930** und dem inneren Dichtungsdorn **1920**. Die Dichtungselemente **2020** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **2020** Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für eine lange axiale Hubbewegung bereitzustellen.

Der untere Dichtungskopf **1930** kann mit dem Lastdorn **1940** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, beispielsweise mittels einer Bohrohrverbindung, mittels speziellen Gewindeverbindungen aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Kleben oder durch eine Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der untere Dichtungskopf **1930** mit dem Lastdorn **1940** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem unteren Dichtungskopf **1930** und dem Lastdorn **1940** ein oder mehrere Dichtungselemente **2025** zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem unteren Dichtungskopf **1930** und dem Lastdorn **1940**. Die Dichtungselemente **2025** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **2025** Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für eine lange axiale Hubbewegung bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der untere Dichtungskopf **1930** einen Verengungsdurchlaß **2040**, welcher fluidmäßig zwischen die Fluiddurchlässe

1990 und **1995** geschaltet ist. Der Verengungsdurchlaß **2040** hat bevorzugt verringerte Größe und ist dazu ausgelegt, einen Stopfen **2045** oder eine ähnliche Einrichtung aufzunehmen und in Eingriff mit diesem bzw. dieser zu gelangen. Auf diese Weise wird der Fluiddurchlaß **1990** von dem Fluiddurchlaß **1995** fluidmäßig isoliert. Auf diese Weise wird die Druckkammer **2030** unter Druck gesetzt.

Der äußere Dichtungsdorn **1935** ist mit dem oberen Dichtungskopf **1925** und dem Aufweitungskonus **1945** verbunden. Der äußere Dichtungsdorn **1935** ist außerdem beweglich mit der Innenseite der Verschalung **1970** und der Außenseite des unteren Dichtungskopfs **1930** verbunden. Auf diese Weise laufen der obere Dichtungskopf **1925**, der äußere Dichtungsdorn **1935** und der Aufweitungskonus **1945** in der axialen Richtung hin und her. Der radiale Freiraum bzw. das radiale Spiel zwischen der Außenseite des äußeren Dichtungsdorns **1935** und der Innenseite der Verschalung **1970** kann beispielsweise von etwa 0,025 bis 0,375 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Außenseite des äußeren Dichtungsdorns **1935** und der Innenseite der Verschalung **1970** von etwa 0,025 bis 0,125 Inch, um in optimaler Weise eine maximale Kolbenquerschnittsfläche zum Maximieren der radialen Aufweitungskraft bereitzustellen. Der radiale Freiraum zwischen der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns **1935** und der Außenseite des unteren Dichtungskopfs **1930** kann beispielsweise von etwa 0,025 bis 0,05 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns **1935** und der Außenseite des unteren Dichtungskopfs **1930** von etwa 0,005 bis 0,010 Inch, um in optimaler Weise einen minimalen Spalt für die Dichtungselemente zu Überbrückungs- und Dichtungszwecken bereitzustellen.

Der äußere Dichtungsdorn **1935** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der äußere Dichtungsdorn **1935** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie beispielsweise aus Niederlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Chrom-13-Stahl oder Edelstahl. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Dichtungsdorn **1935** aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise maximale Festigkeit und minimale Wandungsdicke bereitzustellen, während außerdem Korrosionsbeständigkeit, Grübchenkorrosionsbeständigkeit und Beständigkeit gegenüber Scheuern bereitgestellt werden.

Der äußere Dichtungsdorn **1935** kann mit dem oberen Dichtungskopf **1925** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, aus Standardgewindeverbindungen oder durch Schweißen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der äußere Dichtungsdorn **1935** mit dem oberen Dichtungskopf **1925** durch eine Verbindung aus Standardgewindeverbindungen verbunden. Der äußere Dichtungsdorn **1935** kann mit dem Aufweitungskonus **1945** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods oder einer Verbindung aus Standardgewindeverbindungen oder Schweißen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der äußere Dichtungsdorn **1935** mit dem Aufweitungskonus **1935** lösbar durch eine Verbindung aus Standardgewindeverbindungen verbunden.

Der obere Dichtungskopf **1925**, der untere Dichtungskopf

1930, der innere Dichtungsdorn **1920** und der äußere Dichtungsdorn **1935** liegen gemeinsam eine Druckkammer **2030** fest. Die Druckkammer **2030** ist mit dem Durchlaß **1990** über einen oder mehrere Durchlässe **2035** fluidmäßig verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung **1900** gelangt der Stopfen **1935** in Eingriff mit dem Verengungsdurchlaß **2040**, um den Fluiddurchlaß **1990** von dem Fluiddurchlaß **1995** fluidmäßig zu isolieren. Die Druckkammer **2030** wird daraufhin unter Druck gesetzt, wodurch der obere Dichtungskopf **1925**, der äußere Dichtungsdorn **1935** und der Aufweitungskonus **1945** veranlaßt werden, in der axialen Richtung hin- und herzulaufen. Die axiale Bewegung des Aufweitungskonus **1945** ihrerseits weitet die Verschalung **1970** in der radialen Richtung auf.

Der Lastdorn **1940** ist mit dem unteren Dichtungskopf **1930** und dem mechanischen Gleitkörper **1955** verbunden. Der Lastdorn **1940** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrische Innen- und Außen-seiten. Der Lastdorn **1940** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Lastdorn **1940** aus Oilfield Country Tubular Goods hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit bereitzustellen.

Der Lastdorn **1940** kann mit dem unteren Dichtungskopf **1930** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Kleben oder durch eine Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Lastdorn **1940** mit dem unteren Dichtungskopf **1930** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Der Lastdorn **1940** kann mit dem mechanischen Gleitkörper **1955** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrohrverbindung, speziellen Gewindeverbindungen von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden oder Kleben oder durch eine Verbindung aus Standardgewindeverbindungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Lastdorn **1940** mit dem mechanischen Gleitkörper **1955** durch eine Verbindung aus Standardgewindeverbindungen lösbar mechanisch verbunden.

Der Lastdorn **1940** umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß **1995**, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien aus dem Fluiddurchlaß **1990** zu dem bzw. in den Bereich außerhalb der Vorrichtung **1900** zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **1995** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxidharz, Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 Psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der Aufweitungskonus **1945** ist mit dem äußeren Dichtungsdorn **1935** verbunden. Der Aufweitungskonus **1945** ist außerdem mit der Innenseite der Verschalung **1970** beweglich verbunden. Auf diese Weise laufen der obere Dichtungskopf **1925**, der äußere Dichtungsdorn **1935** und der Aufweitungskonus **1945** in der axialen Richtung hin und her. Die hin- und herlaufende Bewegung des Aufweitungskonus **1945** veranlaßt die Verschalung **1970** dazu, in der radialen Richtung aufzuweiten.

Der Aufweitungskonus **1945** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen-

und konischen Außenseiten. Der Außenradius der äußeren konischen Oberfläche kann beispielsweise von etwa 2 bis 34 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Außenradius der konischen Außenseite von etwa 3 bis 28 Inch, um in optimaler Weise Konusabmessungen für den typischen Bereich von rohrförmigen Elementen bereitzustellen.

Die axiale Länge des Aufweitungskonus **1945** kann beispielsweise von etwa dem 2- bis 8-fachen des größten Außendurchmessers des Aufweitungskonus **1945** betragen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die axiale Länge des Aufweitungskonus **1945** vom etwa 3- bis 5-fachen des größten Außendurchmessers des Aufweitungskonus **1945**, um in optimaler Weise Stabilität und Zentrierung des Aufweitungskonus **1945** während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Angriffswinkel des Aufweitungskonus **1945** von etwa 5 bis 30°, um in optimaler Weise Reibungskräfte mit dem gewünschten Ausmaß an radialer Aufweitung auszugleichen. Der Angriffswinkel des Aufweitungskonus variiert als Funktion der Betriebsparameter des speziellen Aufweitungs Vorgangs.

Der Aufweitungskonus **1945** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Maschinenwerkzeugstahl, Keramik, Wolframcarbid, Nitridstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Aufweitungskonus **1945** aus D2-Maschinenwerkzeugstahl hergestellt, um in optimaler Weise Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit, Verschleißbeständigkeit, Beständigkeit gegenüber Grübchenkorrosion und Scheuern bereitzustellen. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform weist die Außenseite des Aufweitungskonus **1945** eine Oberflächenhärte auf, die von etwa 58 bis 62 Rockwell C reicht, um in optimaler Weise hohe Festigkeit und Verschleißbeständigkeit sowie Beständigkeit gegenüber Grübchenkorrosion bereitzustellen.

Der Aufweitungskonus **1945** kann mit dem äußeren Dichtungsdorn **1945** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Kleben oder durch eine Verbindung aus Standardgewindeverbindungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Aufweitungskonus **1945** mit dem äußeren Dichtungsdorn **1935** unter Verwendung einer Verbindung aus Standardgewindeverbindungen verbunden, um in optimaler Weise Verbinden- bzw. Verbindungsfestigkeit für die typischen Betriebslastbelastungen bereitzustellen, während außerdem ein problemloses Verschieben des Aufweitungskonus **1945** bereitgestellt wird.

Das Dornstartgerät **1950** ist mit der Verschalung **1970** verbunden. Das Dornstartgerät **1950** umfaßt einen rohrförmigen Auskleidungsabschnitt mit verringerter Wandungsdicke im Vergleich zu der Verschalung **1970**. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform beträgt die Wandungsdicke des Dornstartgeräts etwa 50 bis 100% der Wandungsdicke der Verschalung **1970**. Auf diese Weise wird die Einleitung der radialen Aufweitung der Verschalung **1970** erleichtert, und das Einführen des Startgeräts **1950** für einen Dorn größeren Außendurchmessers in die Schachtbohrung und/oder die Verschalung wird erleichtert.

Das Dornstartgerät **1950** kann mit der Verschalung **1970** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen

verbunden sein. Das Dornstartgerät **1950** kann eine Wandungsdicke aufweisen, die beispielsweise von etwa 0,15 bis 1,5 Inch beträgt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Wandungsdicke des Dornstartgeräts **1950** von etwa 0,25 bis 0,75 Inch, um in optimaler Weise hohe Festigkeit bei bzw. mit einem kleinen Gesamtprofil bereitzustellen. Das Dornstartgerät **1950** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder aus ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Dornstartgerät **1950** aus Oilfield Country Tubular Goods höherer Festigkeit, jedoch geringerer Wandungsdicke als die Verschalung **1970** hergestellt, um in optimaler Weise einen dünnwandigen Behälter mit ungefähr derselben Berstfestigkeit wie der Verschalung **1970** bereitzustellen.

Der mechanische Gleitkörper **1955** ist mit dem Lastdorn **1970**, den mechanischen Gleitelementen **1960** und den Schleppblöcken **1965** verbunden. Der mechanische Gleitkörper **1955** umfaßt bevorzugt ein rohrförmiges Element mit einem inneren Durchlaß **2050**, der mit dem Durchlaß **1995** fluidmäßig verbunden ist. Auf diese Weise können Fluidmaterialien aus dem Durchlaß **2050** zu einem Bereich außerhalb der Vorrichtung **1900** gefördert werden.

Der mechanische Gleitkörper **1955** kann mit dem Lastdorn **1940** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der mechanische Gleitkörper **1955** mit dem Lastdorn **1940** unter Verwendung einer Standardgewindeverbindung lösbar verbunden, um in optimaler Weise hohe Festigkeit bereitzustellen und ein problemloses Ersetzen bzw. einen problemlosen Austausch des mechanischen Gleitkörpers **1955** zu erlauben. Der mechanische Gleitkörper **1955** kann mit den mechanischen Gleitelementen **1955** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der mechanische Gleitkörper **1955** mit den mechanischen Gleitelementen **1955** unter Verwendung von Gewinden und Gleitstahlhalteringen verbunden, um in optimaler Weise hohe Verbindungsfestigkeit bereitzustellen und außerdem einen problemlosen Austausch der mechanischen Gleitelemente **1955** zu erlauben. Der mechanische Gleitkörper **1955** kann mit den Schleppblöcken **1965** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der mechanische Gleitkörper **1955** mit den Schleppblöcken **1965** unter Verwendung von Gewindeverbindungen und Stahlhaltegleitringen lösbar verbunden, um in optimaler Weise hohe Festigkeit bereitzustellen und außerdem einen problemlosen Austausch der Schleppblöcke **1965** zu ermöglichen.

Die mechanischen Gleitelemente **1960** sind mit der Außenseite des mechanischen Gleitkörpers **1955** verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung **1900** verhindern die mechanischen Gleitelemente **1960** eine Aufwärtsbewegung der Verschalung **1970** und des Dornstartgeräts **1950**. Während der axial hin- und herlaufenden Bewegung des Aufweitungskonus **1945** werden auf diese Weise die Verschalung **1970** und das Dornstartgerät **1950** in im wesentlichen stationärer Position gehalten. Auf diese Weise werden das Dornstartgerät **1950** und die Verschalung **1970** in der radialen Richtung durch die axiale Bewegung des Aufweitungskonus **1945** aufgeweitet.

Die mechanischen Gleitelemente **1960** können eine belie-

bige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Gleitelementen umfassen, wie etwa beispielsweise mechanische RTTS-Dichtstück-Wolframcarbid-Gleitelemente, mechanische RTTS-Dichtstück-Schleifelemente vom Wicker-Typ oder rückgewinnbare mechanische obere Brücken-Stopfen-Wolframcarbid-Schleifelemente vom Modell 3L. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die mechanischen Gleitelemente **1960** mechanische RTTS-Dichtstück-Wolframcarbid-Gleitelemente, erhältlich von Halliburton Energy Services, um in optimaler Weise Beständigkeit gegenüber einer axialen Bewegung der Verschalung **1970** während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen.

Die Schleppblöcke **1965** sind mit der Außenseite des mechanischen Gleitkörpers **1955** verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung **1900** verhindern die Schleppblöcke **1965** eine Aufwärtsbewegung der Verschalung **1970** und des Dornstartgeräts **1950**. Während der axial hin- und herlaufenden Bewegung des Aufweitungskonus **1945** werden auf diese Weise die Verschalung **1970** und das Dornstartgerät **1950** in im wesentlichen stationärer Position gehalten. Auf diese Weise werden das Dornstartgerät **1950** und die Verschalung **1970** in der radialen Richtung durch die axiale Bewegung des Aufweitungskonus **1945** aufgeweitet.

Die Schleppblöcke **1965** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Gleitelementen umfassen, wie etwa beispielsweise mechanische RTTS-Dichtstück-Wolframcarbid-Gleitelemente, mechanische RTTS-Dichtstück-Gleitelemente vom Wicker-Typ oder rückgewinnbare mechanische obere Brücken-Stopfen-Wolframcarbid-Gleitelemente vom Modell 3L. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Schleppblöcke **1965** mechanische RTTS-Dichtstück-Wolframcarbid-Gleitelemente, erhältlich von Halliburton Energy Services, um in optimaler Weise Beständigkeit bzw. Festigkeit gegenüber einer axialen Bewegung der Verschalung **1970** während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen.

Die Verschalung **1970** ist mit dem Dornstartgerät **1950** verbunden. Die Verschalung **1970** ist außerdem mit den mechanischen Gleitelementen und Schleppblöcken **1965** lösbar bzw. entfernbar verbunden. Die Verschalung **1970** umfaßt bevorzugt ein rohrförmiges Element. Die Verschalung **1970** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus geschlitzten Rohren, Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Verschalung **1970** aus Oilfield Country Tubular Goods hergestellt, erhältlich von verschiedenen ausländischen und inländischen Stahlwerken, um in optimaler Weise hohe Festigkeit bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das obere Ende der Verschalung **1970** ein oder mehrere Dichtungselemente, die über der Außenseite der Verschalung **1970** angeordnet sind.

Während des Betriebs wird die Vorrichtung **1900** in einer Schachtbohrung positioniert, wobei das obere Ende der Verschalung **1970** in überlappender Beziehung innerhalb der existierenden Schachtbohrungsver Schalung positioniert ist. Um Druckstöße bzw. Stoßdrücke innerhalb des Bohrlochs während der Platzierung der Vorrichtung **1900** zu minimieren, ist der Fluiddurchlaß **1975** bevorzugt mit einem oder mehreren Druckfreigabedurchlässen versehen. Während der Platzierung der Vorrichtung **1900** in der Schachtbohrung wird die Verschalung **1970** durch den Aufweitungskonus **1945** abgestützt.

Nach dem Positionieren der Vorrichtung **1900** innerhalb des Bohrlochs in überlappender Beziehung mit einem exi-

stierenden Abschnitt einer Schachtbohrungs-Verschalung wird ein erstes Fluidmaterial in den Fluiddurchlaß **1975** ausgehend von einer Oberflächenstelle gepumpt. Das erste Fluidmaterial wird von bzw. aus dem Fluiddurchlaß **1975** zu den bzw. in die Fluiddurchlässe **1980, 1985, 1990, 1995** und **2050** gefördert. Das erste Fluidmaterial verläßt daraufhin die Vorrichtung und füllt den ringförmigen Bereich zwischen der Außenseite der Vorrichtung **1900** und den Innenwänden des Bohrlochs.

Das erste Fluidmaterial kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien umfassen, wie etwa beispielsweise Bohrschlamm, Wasser, Epoxidharz oder Zement. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das erste Fluidmaterial ein aushärtbares Fluidmaterial, wie etwa beispielsweise Zement oder Epoxidharz. Auf diese Weise kann eine Schachtbohrungs-Verschalung mit einer äußeren ringförmigen Schicht aus aushärtbarem Material gebildet werden.

Das erste Fluidmaterial kann in die Vorrichtung **1900** mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt werden, die beispielsweise von 0 bis 4.500 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das erste Fluidmaterial in die Vorrichtung **1900** mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt, die von etwa 0 bis 4.500 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise Betriebsdrücke und Durchsätze für typische Betriebsbedingungen bereitzustellen.

Zu einem bestimmten Zeitpunkt beim Einspritzen des ersten Fluidmaterials, wie beispielsweise dann, nachdem der ringförmige Bereich außerhalb der Vorrichtung **1900** auf ein vorbestimmtes Niveau befüllt wurde, wird ein Stopfen **2045**, ein Anker oder eine ähnliche Einrichtung in das erste Fluidmaterial eingeführt. Der Stopfen **2045** wird in den Verengungsdurchlaß **2040** aufgenommen bzw. findet dort seinen Sitz, wodurch der Fluiddurchlaß **1990** von dem Fluiddurchlaß **1995** fluidmäßig isoliert wird.

Nach Platzierung des Stopfens **2045** in dem Verengungsdurchlaß **2040** wird ein zweites Fluidmaterial in den Fluiddurchlaß **1975** gepumpt, um die Druckkammer **2030** unter Druck zu setzen. Das zweite Fluidmaterial kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien umfassen, wie etwa beispielsweise Wasser, Bohrgase, Bohrschlamm oder Schmiermittel. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das zweite Fluidmaterial ein nicht aushärtbares Fluidmaterial, wie etwa beispielsweise Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, um Reibungskräfte zu minimieren.

Das zweite Fluidmaterial kann in die Vorrichtung **1900** mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt werden, die beispielsweise von etwa 0 bis 4.500 psi bzw. 0 bis 4.500 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das zweite Fluidmaterial in die Vorrichtung **1900** mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt, die von etwa 0 bis 3.500 psi bzw. 0 bis 1.200 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise eine Aufweitung der Verschalung **1970** bereitzustellen.

Das Unterdrucksetzen der Druckkammer **2030** veranlaßt den oberen Dichtungskopf **1925**, den äußeren Dichtungsdorn **1935** und den Aufweitungskonus **1945** dazu, sich in axialer Richtung zu bewegen. Wenn der Aufweitungskonus **1945** sich in axialer Richtung bewegt, zieht der Aufweitungskonus **1945** die Dornstarteinrichtung **1950** und die Schleppblöcke **1975** mit, wodurch die mechanischen Gleitelemente eingestellt werden und eine weitere axiale Bewegung der Dornstarteinrichtung **1950** und der Verschalung **1970** gestoppt wird. Auf diese Weise weitet die axiale Bewegung des Aufweitungskonus **1945** die Dornstarteinrichtung **1950** und die Verschalung radial auf.

Sobald der obere Dichtungskopf **1925**, der äußere Dichtungsdorn **1935** und der Aufweitungskonus **1945** einen axialen Hub beenden, wird der Betriebsdruck des zweiten Fluidmaterials verringert und das Bohrgestänge **1905** angehoben. Dies veranlaßt den inneren Dichtungsdorn **1920**, den unteren Dichtungskopf **1930**, den Lastdorn **1940** und den mechanischen Gleitkörper **1955** zu einer Aufwärtsbewegung. Hierdurch werden die mechanischen Gleitelemente **1960** entriegelt bzw. freigegeben und die mechanischen Gleitelemente **1960** und die Schleppblöcke **1965** können aufwärts innerhalb der Dornstarteinrichtung und der Verschalung **1970** bewegt werden. Wenn der untere Dichtungskopf **1930** den oberen Dichtungskopf **1925** berührt, wird das zweite Fluidmaterial erneut unter Druck gesetzt und der radiale Aufweittingsprozeß dauert an. Auf diese Weise werden die Dornstarteinrichtung **1950** und die Verschalung **1970** durch wiederholte axiale Hübe des oberen Dichtungskopfs **1925**, des äußeren Dichtungsdorns **1925** und des Aufweitungskonus **1945** radial aufgeweitet. Durch den radialen Aufweittingsprozeß wird das obere Ende der Verschalung **1970** bevorzugt in überlappender Beziehung mit einem existierenden Abschnitt der Schachtbohrungs-Verschalung gehalten.

Am Ende des radialen Aufweittingsprozesses wird das obere Ende der Verschalung **1970** in innigen Kontakt mit der Innenseite des unteren Endes der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung aufgeweitet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform stellen die Dichtungselemente, die am oberen Ende der Verschalung **1970** vorgesehen sind, eine Fluiddichtung zwischen der Außenseite des oberen Endes der Verschalung **1970** und der Innenseite des unteren Endes der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung bereit. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Kontaktdruck zwischen der Verschalung **1970** und dem existierenden Abschnitt der Schachtbohrungs-Verschalung von etwa 400 bis 10.000 psi, um in optimaler Weise einen Kontaktdruck zum Aktivieren der Dichtungselemente bereitzustellen, um einen optimalen Widerstand gegenüber der axialen Bewegung der aufgeweiteten Verschalung **1970** bereitzustellen, und um in optimaler Weise typische Spannungs- und Drucklasten aufzunehmen.

Wenn der Aufweitungskonus **1945** sich dem Ende der Verschalung **1970** nähert, wird gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der aktive Durchsatz des zweiten Fluidmaterials verringert, um einen Stoß auf die Vorrichtung **1900** zu minimieren. Gemäß einer alternativen Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung **1900** einen Stoßabsorber zum Absorbieren des Stoßes, der durch die Beendigung der radialen Aufweitung der Verschalung **1970** hervorgerufen wird.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform beträgt der verringerte Betriebsdruck des zweiten Fluidmaterials von etwa 100 bis 1.000 psi, wenn der Aufweitungskonus **1945** sich dem Ende der Verschalung **1970** nähert, um in optimaler Weise eine verringerte axiale Bewegung und Geschwindigkeit des Aufweitungskonus **1945** bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Betriebsdruck des zweiten Fluidmaterials während des Rückstellhubs der Vorrichtung **1900** auf den Bereich von etwa 0 bis 500 verringert, um den Widerstand gegenüber der Bewegung des Aufweitungskonus **1945** zu minimieren. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Hublänge der Vorrichtung **1900** von etwa 10 bis 45 Fuß, um in optimaler Weise Einrichtungs- bzw. Anlagenlängen bereitzustellen, welche durch typische Ölschachtbohranlagen gehandhabt werden können, während außerdem die Frequenz minimiert wird, mit welcher der Aufweitungskonus **1945** gestoppt werden muß, so daß die Vorrichtung **1900** für weitere Aufweittings-

vorgänge erneut in Hub versetzt werden kann.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform umfaßt zu-
mindest ein Teil des oberen Dichtungskopfs **1945** einen
Aufweitungskonus zum radialen Aufweiten der Dornstart-
einrichtung **1950** und der Verschalung **1970** während des
Betriebs der Vorrichtung **1900**, um den Oberflächenbereich
der Verschalung **1970** zu vergrößern, auf welchen während
des radialen Aufweitungsprozesses eingewirkt wird. Auf
diese Weise können die Betriebsdrücke verringert werden.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform sind mecha-
nische Gleitelemente in einer axialen Stelle zwischen der
Dichtungsbuchse **1915** und dem inneren Dichtungsdorn
1920 angeordnet, um den Betrieb und den Aufbau der Vor-
richtung **1900** zu vereinfachen.

Bei vollständiger radialer Aufweitung der Verschalung
1970 wird das erste Fluidmaterial, falls dies möglich ist,
innerhalb des ringförmigen Bereichs zwischen der Außenseite
der aufgeweiteten Verschalung **1970** und den Innenwänden
der Schachtbohrung aushärten gelassen. In dem Fall, daß die
aufgeweitete Verschalung **1970** geschlitzt ist, durchsetzt das
ausgehärtete Fluidmaterial bevorzugt die aufgeweitete Ver-
schalung bzw. durchdringt diese und umhüllt sie. Auf diese
Weise wird ein neuer Schachtbohrungs-Verschalungsab-
schnitt in der Schachtbohrung gebildet. Alternativ kann die
Vorrichtung **1900** verwendet werden, um einen ersten Ab-
schnitt einer Rohrleitung mit einem existierenden Rohrlei-
tungsabschnitt zu verbinden. Alternativ kann die Vorrich-
tung **1900** verwendet werden, um das innere der Schacht-
bohrung mit einer Verschalung direkt auszukleiden, und
zwar ohne die Verwendung einer äußeren ringförmigen
Schicht aushärtbarem Material. Alternativ kann die Vorrich-
tung **1900** verwendet werden, um das rohrförmige Tragele-
ment in einem Loch aufzuweiten.

Während des radialen Aufweitungsprozesses sind die un-
ter Druck gesetzten Bereiche der Vorrichtung **1900** begrenzt
auf die Fluiddurchlässe **1975**, **1980**, **1985**, **1990** und die
Druckkammer **2030**. Kein Fluidruck wirkt direkt auf die
Dornstarteinrichtung **1950** und die Verschalung **1970**. Dies
erlaubt die Verwendung von Betriebsdrücken höher als die-
jenigen, denen die Dornstarteinrichtung **1950** und die Ver-
schalung **1970** normalerweise zu widerstehen vermag.

Unter Bezug auf Fig. 16 wird nunmehr eine bevorzugte
Ausführungsform einer Vorrichtung **2100** zum Bilden einer
Schachtbohrungs-Verschalung mit durchgehend gleichem
Durchmesser erläutert. Die Vorrichtung **2100** umfaßt bevor-
zugt ein Bohrrrohr **2105**, einen Innengestängeadapter **2110**,
eine Dichtungsbuchse **2115**, einen inneren Dichtungsdorn
2120, Gleitstücke **2125**, einen oberen Dichtungskopf **2130**,
einen unteren Dichtungskopf **2135**, einen äußeren Dich-
tungsdorn **2140**, einen Lastdorn **2145**, einen Aufweitungs-
konus **2150** und eine Verschalung **2155**.

Das Bohrrrohr **2105** ist mit dem Innengestängeadapter
2110 verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung
2100 stützt das Bohrrrohr **2105** die Vorrichtung **2100** ab. Das
Bohrrrohr **2105** umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen
hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Ele-
mente. Das Bohrrrohr **2105** kann aus einer beliebigen Anzahl
von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien
hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Coun-
try Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoff-
stahl, Edelstahl oder einem anderen ähnlich hochfesten Ma-
terial. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das
Bohrrrohr **2105** aus einem Spiralrohr hergestellt, um die Pla-
zierung der Vorrichtung **1900** in nicht vertikalen Schacht-
bohrungen zu erleichtern. Das Bohrrrohr **2105** kann mit dem
Innengestängeadapter **2110** unter Verwendung einer beliebi-
gen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen
mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispiels-

weise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewinde-
verbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, einer Rats-
chenverriegelungsverbindung oder einer standardmäßigen
Gewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführ-
ungsform ist das Bohrrrohr **2105** mit dem Innengestängead-
apter **2110** durch eine Bohrrrohrverbindung lösbar verbun-
den.

Das Bohrrrohr **2105** umfaßt bevorzugt einen Fluiddurch-
laß **2160**, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien von einer
Oberflächenstelle bzw. einem Oberflächenort aus in den
Fluiddurchlaß **2165** zu fördern. Gemäß einer bevorzugten
Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **2160** dazu ausge-
legt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Zement, Ep-
oxidharz, Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel mit Be-
triebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0
bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der Innengestängeadapter **2110** ist mit dem Bohrgestänge
2105 und der Dichtungsbuchse **2115** verbunden. Der Innen-
gestängeadapter **2110** umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen
hohles rohrförmiges Element bzw. Elemente. Der Innenge-
stängeadapter **2110** aus einer beliebigen Anzahl von her-
kömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien herge-
stellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tu-
bular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl,
Edelstahl oder ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer
bevorzugten Ausführungsform ist der Innengestängeadapter
2110 hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe
Festigkeit, niedrige Reibung und Beständigkeit gegenüber
Korrosion und Verschleiß bereitzustellen.

Der Innengestängeadapter **2110** kann mit dem Bohrges-
tänge **2105** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von
herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen
Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer
Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung
aus Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverrie-
gelungsverbindung oder einer Standardschraubverbindung.
Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Innenge-
stängeadapter **2110** lösbar mit dem Bohrrrohr **2105** durch
eine Bohrrrohrverbindung verbunden. Der Innengestängead-
apter **2110** kann mit der Dichtungsbuchse **2115** unter Ver-
wendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen,
kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen ver-
bunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbin-
dung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield
Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsgewin-
deverbindung oder einer Standardgewindeverbindung. Ge-
mäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Innenge-
stängeadapter **2110** mit der Dichtungsbuchse **2115** durch
eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden.

Der Innengestängeadapter **2110** umfaßt bevorzugt einen
Fluiddurchlaß **2165**, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien
aus dem Fluiddurchlaß **2160** in den Fluiddurchlaß **2170** zu
fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der
Fluiddurchlaß **2165** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie
etwa beispielsweise Zement, Epoxidharz, Wasser, Bohr-
schlamm oder Schmiermittel mit Betriebsdrücken und
Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0
bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Die Dichtungsbuchse **2115** ist mit dem Innengestängead-
apter **2110** und dem inneren Dichtungsdorn **2120** verbun-
den. Die Dichtungsbuchse **2115** umfaßt bevorzugt ein im
wesentlichen hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere
derartige Elemente. Die Dichtungsbuchse **2115** kann aus ei-
ner beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell er-
hältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa aus Oilfield
Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlen-
stoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Ma-
terialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die

Dichtungsbuchse **2150** aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Oberflächen niedriger Reibung und Beständigkeit gegenüber Korrosion, Verschleiß, Scheuern und Grübchenkorrosion bereitzustellen.

Die Dichtungsbuchse **2115** kann mit dem Innengestängeadapter **2110** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Standardgewindeverbindung, speziellen Gewindeverbindungen aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Kleben, oder eine Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dichtungsbuchse **2115** mit dem Innengestängeadapter **2110** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Die Dichtungsbuchse **2115** kann mit dem inneren Dichtungsdorn **2120** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Standardgewindeverbindung, speziellen Gewindeverbindungen aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Kleben, oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dichtungsbuchse **2115** mit dem inneren Gewindedorn **2120** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden.

Die Dichtungsbuchse **2115** umfaßt bevorzugt einen ersten Fluiddurchlaß **2170**, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien aus dem Fluiddurchlaß **2165** in den Fluiddurchlaß **2175** zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **2170** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxidharz, Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermitteln, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der innere Dichtungsdorn **2120** ist mit der Dichtungsbuchse **2115**, Gleitelementen **2125** und dem unteren Dichtungskopf **2135** verbunden. Der innere Dichtungsdorn **2120** umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Der innere Dichtungsdorn **2120** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der innere Dichtungsdorn **2110** aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Oberflächen mit niedriger Reibung und Korrosions- und Verschleißbeständigkeit bereitzustellen.

Der innere Dichtungsdorn **2120** kann mit der Dichtungsbuchse **2115** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise eine Bohrohrverbindung, eine spezielle Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods oder eine Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der innere Dichtungsdorn **2120** lösbar mit der Dichtungsbuchse **2115** durch eine Standardgewindeverbindung verbunden. Die Standardgewindeverbindung stellt hohe Festigkeit bereit und erlaubt ein problemloses Ersetzen bzw. einen problemlosen Austausch von Bauteilen. Der innere Dichtungsdorn **2120** kann mit den Gleitelementen **2125** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise durch Schweißen, amorphes Verbinden bzw. Kleben, oder eine Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der innere Dichtungsdorn **2120** mit den Gleitele-

menten **2115** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Der innere Dichtungsdorn **2120** kann mit dem unteren Dichtungskopf **2135** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, amorphes Verbinden bzw. Kleben, oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der innere Dichtungsdorn **2120** mit dem unteren Dichtungskopf **2135** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden.

Der innere Dichtungsdorn **2120** umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß **2175**, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien aus dem Fluiddurchlaß **2170** in den Fluiddurchlaß **2180** zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **2175** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxidharz, Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Die Gleitelemente **2125** sind mit der Außenseite des inneren Dichtungsdorns **2120** verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung **2100** halten die Gleitelemente **2175** die Verschalung **2155** in einer im wesentlichen stationären Position, während der radialen Aufweitung der Verschalung **2155**. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die Gleitelemente **2125** unter Verwendung der Fluiddurchlässe **2185** aktiviert, um unter Druck gesetztes Material in die Gleitelemente **2125** zu fördern.

Die Gleitelemente **2125** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen hydraulischen Gleitelementen umfassen, wie etwa beispielsweise hydraulische RTTS-Dichtstück-Wolframcarbid-Gleitelemente oder rückgewinnbare hydraulische Brücken-Stopfen-Gleitelemente vom Modell 3L. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Gleitelemente **2125** hydraulische RTTS-Dichtstück-Wolframcarbid-Gleitelemente, erhältlich von Halliburton Energy Services, um in optimaler Weise Beständigkeit bzw. einen Widerstand gegenüber der axialen Bewegung der Verschalung **2155** während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform umfassen die Gleitelemente einen Fluiddurchlaß **2190**, eine Druckkammer **2195**, eine Rückstellfeder **2200** und ein Gleitelement **2205**.

Die Gleitelemente **2125** können mit dem inneren Dichtungsdorn **2120** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Gleitelemente **2125** mit der Außenseite des inneren Dichtungsdorns **2120** durch eine Gewindeverbindung lösbar verbunden, um in optimaler Weise gegenseitige Austauschbarkeit der Teile bzw. Austauschbarkeit derselben bereitzustellen.

Der obere Dichtungskopf **2130** kann mit dem äußeren Dichtungsdorn **2140** und dem Aufweitungskonus **2150** verbunden sein. Der obere Dichtungskopf **2130** ist außerdem mit der Außenseite des inneren Dichtungsdorns **2120** und der Innenseite der Verschalung **2155** beweglich verbunden. Auf diese Weise läuft der obere Dichtungskopf **2130** in der axialen Richtung hin und her. Der radiale Freiraum bzw. das radiale Spiel zwischen der zylindrischen Innenseite des oberen Dichtungskopfs **2130** und der Außenseite des inneren Dichtungsdorns **2120** kann beispielsweise von etwa 0,025 bis 0,05 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der zylindrischen Innenseite des oberen Dichtungskopfs **2130** und der Außenseite des inneren Dichtungsdorns **2120** von etwa

0,005 bis 0,010 Inch, um in optimaler Weise eine Druckdichtung bereitzustellen. Der radiale Freiraum bzw. das radiale Spiel zwischen der zylindrischen Außenseite des oberen Dichtungskopfs **2130** und der Innenseite der Verschalung **2155** kann beispielsweise von etwa 0,025 bis 0,375 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der zylindrischen Außenseite des oberen Dichtungskopfs **2130** und der Innenseite der Verschalung **2155** von etwa 0,025 bis 0,125 Inch, um in optimaler Weise eine Stabilisierung für den Aufweitungskonus **2130** während einer axialen Bewegung des Aufweitungskonus **2130** bereitzustellen.

Der obere Dichtungskopf **2130** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen inneren und äußeren Oberflächen. Der obere Dichtungskopf **2130** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder andere ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der obere Dichtungskopf **2130** aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen niedriger Reibung bereitzustellen. Die Innenseite des oberen Dichtungskopfs **2130** umfaßt bevorzugt ein oder mehrere ringförmige Dichtungselemente **2210** zum Abdichten der Grenzfläche zwischen dem oberen Dichtungskopf **2130** und dem inneren Dichtungsdorn **2120**. Die Dichtungselemente **2210** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen ringförmigen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **2210** Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der obere Dichtungskopf **2130** eine Schulter **2215** zum Tragen des oberen Dichtungskopfs **2130** auf dem unteren Dichtungskopf **2135**.

Der obere Dichtungskopf **2130** kann mit dem äußeren Dichtungsdorn **2140** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, amorphes Verbinden bzw. Kleben, oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der obere Dichtungskopf **2130** mit dem äußeren Dichtungsdorn **2140** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem oberen Dichtungskopf **2130** und dem äußeren Dichtungsdorn **2140** ein oder mehrere Dichtungselemente **2220** zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem oberen Dichtungskopf **2130** und dem äußeren Dichtungsdorn **2140**. Die Dichtungselemente **2220** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **2220** Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Der untere Dichtungskopf **2135** ist mit dem inneren Dichtungsdorn **2120** und dem Lastdorn **2145** verbunden. Der untere Dichtungskopf **2135** ist außerdem mit der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns **2140** beweglich verbunden.

Auf diese Weise laufen der obere Dichtungskopf **2130**, der äußere Dichtungsdorn **2140** und der Aufweitungskonus **2150** in der axialen Richtung hin und her. Der radiale Freiraum bzw. das radiale Spiel zwischen der Außenseite des unteren Dichtungskopfs **2135** und der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns **2140** kann beispielsweise von etwa 0,0025 bis 0,05 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Außenseite des unteren Dichtungskopfs **2135** und der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns **2140** von etwa 0,0025 bis 0,05 Inch, um in optimaler Weise einen minimalen radialen Freiraum bzw. ein minimales radiales Spiel bereitzustellen.

Der untere Dichtungskopf **2135** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der untere Dichtungskopf **2135** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der untere Dichtungskopf **2135** aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen niedriger Reibung bereitzustellen. Die Außenseite des unteren Dichtungskopfs **2135** umfaßt bevorzugt ein oder mehrere ringförmige Dichtungselemente **2225** zum Abdichten der Grenzfläche zwischen dem unteren Dichtungskopf **2135** und dem äußeren Dichtungsdorn **2140**. Die Dichtungselemente **2225** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen ringförmigen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ring, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Der untere Dichtungskopf **2135** kann mit dem inneren Dichtungsdorn **2120** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Kleben oder eine Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der untere Dichtungskopf **2135** lösbar mit dem inneren Dichtungsdorn **2120** durch eine Standardgewindeverbindung verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem unteren Dichtungskopf **2135** und dem inneren Dichtungsdorn **2120** ein oder mehrere Dichtungselemente **2230** zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem unteren Dichtungskopf **2135** und dem inneren Dichtungsdorn **2120**. Die Dichtungselemente **2230** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **2230** Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Der untere Dichtungskopf **2135** kann mit dem Lastdorn **2145** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen,

amorphes Verbinden bzw. Kleben, oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der untere Dichtungskopf **2135** mit dem Lastdorn **2145** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem unteren Dichtungskopf **2135** und dem Lastdorn **2145** ein oder mehrere Dichtungselemente **2235** zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem unteren Dichtungskopf **1930** und dem Lastdorn **2145**. Die Dichtungselemente **2235** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **2235** Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der untere Dichtungskopf **2135** einen Verengungsdurchlaß **2240**, der fluidmäßig zwischen die Fluiddurchlässe **2175** und **2180** geschaltet ist. Der Verengungsdurchlaß **2240** besitzt bevorzugt verringerte Größe und ist dazu ausgelegt, einen Stopfen **2245** aufzunehmen und in Eingriff mit diesem zu gelangen, oder mit einer ähnlichen Einrichtung. Auf diese Weise ist der Fluiddurchlaß **2145** von dem Fluiddurchlaß **2180** fluidmäßig isoliert. Auf diese Weise wird die Druckkammer **2250** unter Druck gesetzt.

Der äußere Dichtungsdorn **2140** ist mit dem oberen Dichtungskopf **2130** und dem Aufweitungskonus **2150** verbunden. Der äußere Dichtungsdorn **2140** ist außerdem mit der Innenseite der Verschalung **2155** und der Außenseite des unteren Dichtungskopfs **2135** beweglich verbunden. Auf diese Weise laufen der obere Dichtungskopf **2130**, der äußere Dichtungsdorn **2140** und der Aufweitungskonus **2150** in der axialen Richtung hin und her. Der radiale Freiraum bzw. das radiale Spiel zwischen der Außenseite des äußeren Dichtungsdorns **2140** und der Innenseite der Verschalung **2145** kann beispielsweise von etwa 0,025 bis 0,375 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Außenseite des äußeren Dichtungsdorns **2140** und der Innenseite der Verschalung **2145** von etwa 0,025 bis 0,125 Inch, um in optimaler Weise Stabilisierung für den Aufweitungskonus **2130** während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen. Der radiale Freiraum zwischen der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns **2140** und der Außenseite des unteren Dichtungskopfs **2135** kann beispielsweise von etwa 0,005 bis 0,125 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns **2140** und der Außenseite des unteren Dichtungskopfs **2135** von etwa 0,005 bis 0,010 Inch, um in optimaler Weise minimalen radialen Freiraum bzw. minimales radiales Spiel bereitzustellen.

Der äußere Dichtungsdorn **2140** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der äußere Dichtungsdorn **2140** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der untere Dichtungsdorn **2140** aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen niedriger Reibung bereitzustellen.

Der äußere Dichtungsdorn **2140** kann mit dem oberen Dichtungskopf **2130** unter Verwendung einer beliebigen

Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, aus einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, amorphes Verbinden oder Kleben oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der äußere Dichtungsdorn **2140** mit dem oberen Dichtungskopf **2130** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Der äußere Dichtungsdorn **2140** kann mit dem Aufweitungskonus **2150** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, amorphes Verbinden bzw. Kleben oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der äußere Dichtungsdorn **2140** mit dem Aufweitungskonus **2150** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden.

Der obere Dichtungskopf **2130**, der untere Dichtungskopf **2135**, der innere Dichtungsdorn **2120** und der äußere Dichtungsdorn **2140** bilden gemeinsam eine Druckkammer **2250**. Die Druckkammer **2250** ist mit dem Durchlaß **2175** über einen oder mehrere Durchlässe **2255** fluidmäßig verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung **2100** gelangt der Stopfen **2245** in Eingriff mit dem Verengungsdurchlaß **2240**, um den Fluiddurchlaß **2175** von dem Fluiddurchlaß **2180** fluidmäßig zu isolieren. Die Druckkammer **2250** wird daraufhin unter Druck gesetzt, wodurch wiederum der obere Dichtungskopf **2130**, der äußere Dichtungsdorn **2140** und der Aufweitungskonus **2150** in der axialen Richtung zum Hin- und Herlaufen gebracht werden. Die axiale Bewegung des Aufweitungskonus **2150** ihrerseits führt zu einer Aufweitung der Verschalung **2155** in der radialen Richtung.

Der Lastdorn **2145** ist mit dem unteren Dichtungskopf **2135** verbunden. Der Lastdorn **2145** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der Lastdorn **2145** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Lastdorn **2145** hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Lagerflächen niedriger Reibung bereitzustellen.

Der Lastdorn **2145** kann mit dem unteren Dichtungskopf **2135** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, amorphes Verbinden bzw. Kleben oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Lastdorn **2145** mit dem unteren Dichtungskopf **2135** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden, um in optimaler Weise hohe Festigkeit bereitzustellen und einen problemlosen Austausch des Lastdorns **2145** bzw. ein Ersetzen desselben zu ermöglichen.

Der Lastdorn **2145** umfaßt bevorzugt ein Fluiddurchlaß **2180**, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien aus dem Fluiddurchlaß **2180** zu bzw. in den Bereich außerhalb der Vorrichtung **2100** zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **2180** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien zu fördern, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxidharz, Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel mit Betriebsdrücken und Durchsätzen, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der Aufweitungskonus **2150** ist mit dem äußeren Dichtungsdorn **2140** verbunden. Der Aufweitungskonus **2150** ist außerdem beweglich mit der Innenseite der Verschalung **2155** verbunden. Auf diese Weise laufen der obere Dichtungskopf **2130**, der äußere Dichtungsdorn **2140** und der Aufweitungskonus **2150** in der axialen Richtung hin und her. Die hin- und herlaufende Bewegung des Aufweitungskonus **2150** veranlaßt die Verschalung **2155** dazu, in der radialen Richtung aufzuweiten.

Der Aufweitungskonus **2150** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und konischen Außenseiten. Der Außenradius der konischen Außenseite kann beispielsweise von etwa 2 bis 34 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Außenradius der konischen Außenseite von etwa 3 bis 28 Inch, um in optimaler Weise Konusabmessungen bereitzustellen, die für typische Verschalungen optimal sind. Die axiale Länge des Aufweitungskonus **2150** kann beispielsweise vom etwa 2- bis 6-fachen des größten Außendurchmessers des Aufweitungskonus **2150** reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die axiale Länge des Aufweitungskonus **2150** vom etwa 3- bis 5-fachen des größten Außendurchmessers des Aufweitungskonus **2150**, um in optimaler Weise Stabilität und Zentrierung für den Aufweitungskonus **2150** während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform beträgt der maximale Außendurchmesser des Aufweitungskonus **2150** zwischen etwa 90 und 100% des Innendurchmessers der existierenden Schachtbohrung, mit welcher die Verschalung **2155** verbunden bzw. vereinigt werden soll. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Angriffswinkel des Aufweitungskonus **2150** von etwa 5 bis 30°, um in optimaler Weise Reibungskräfte und radiale Aufweitungskräfte auszugleichen. Der optimale Angriffswinkel des Aufweitungskonus **2150** variiert als Funktion der speziellen Betriebsbedingungen des Aufweitungsvorgangs.

Der Aufweitungskonus **2150** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Maschinenwerkzeugstahl, Nitridstahl, Titan, Wolframcarbid, Keramik oder aus anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Aufweitungskonus **2150** aus D2-Maschinenwerkzeugstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit und Beständigkeit gegenüber Verschleiß und Grübchenkorrosion bereitzustellen. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform weist die Außenseite des Aufweitungskonus **2150** eine Oberflächenhärte auf, die von etwa 58 bis 62 Rockwell C reicht, um in optimaler Weise Verschleißbeständigkeit bereitzustellen.

Der Aufweitungskonus **2150** kann mit dem äußeren Dichtungsdorn **2140** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, amorphes Verbinden bzw. Kleben oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Aufweitungskonus **2150** mit dem äußeren Dichtungsdorn **2140** unter Verwendung einer Standardgewindeverbindung verbunden, um in optimaler Weise hohe Festigkeit bereitzustellen und ein problemloses Ersetzen bzw. einen problemlosen Austausch des Aufweitungskonus **2150** zu ermöglichen.

Die Verschalung **2155** ist mit den Gleitelementen **2125** und dem Aufweitungskonus **2150** lösbar verbunden. Die Verschalung **2155** umfaßt bevorzugt ein rohrförmiges Ele-

ment. Die Verschalung **2155** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus geschlitzten Rohren, Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderem ähnlich hochfesten Material. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Verschalung **2155** aus Oilfield Country Tubular Goods hergestellt, erhältlich von verschiedenen ausländischen und inländischen Stahlwerken, um in optimaler Weise hohe Festigkeit bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das obere Ende **2260** der Verschalung **2155** einen dünnwandigen Abschnitt **2265** und ein äußeres ringförmiges Dichtungselement **2270**. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform beträgt die Wandungsdicke des dünnwandigen Abschnitts **2265** in etwa 50 bis 100% der regulären Wandungsdicke der Verschalung **2155**. Auf diese Weise kann das obere Ende **2260** der Verschalung **2155** problemlos aufgeweitet und verformt werden in innigen Kontakt mit dem unteren Ende eines existierenden Abschnitts einer Schachtbohrungs-Verschalung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das untere Ende des existierenden Verschalungsabschnitts einen dünnwandigen Abschnitt. Auf diese Weise führt die radiale Aufweitung des dünnwandigen Abschnitts **2265** der Verschalung **2155** in den dünnwandigen Abschnitt der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung in einer Schachtbohrungs-Verschalung mit im wesentlichen konstantem Innendurchmesser.

Das ringförmige Dichtungselement **2270** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungsmaterialien hergestellt sein, wie beispielsweise aus Epoxidharz, Gummi, Metall oder Kunststoff. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das ringförmige Dichtungselement **2270** hergestellt aus Stratalock-Epoxidharz, um in optimaler Weise Zusammendrückbarkeit und Verschleißbeständigkeit bereitzustellen. Der Außendurchmesser des ringförmigen Elements **2270** reicht bevorzugt von etwa 70 bis 95% des Innendurchmessers des unteren Abschnitts der Schachtbohrungs-Verschalung, mit welcher die Verschalung **2155** verbunden werden soll. Auf diese Weise stellt nach der Aufweitung das ringförmige Dichtungselement **2270** bevorzugt eine Fluidichtung bereit und außerdem bevorzugt eine ausreichende Reibungskraft mit der Innenseite des existierenden Abschnitts der Schachtbohrungs-Verschalung während der radialen Aufweitung der Verschalung **2155** zum Abstützen der Verschalung **2155**.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das untere Ende **2275** der Verschalung **2155** einen dünnwandigen Abschnitt **2280** und ein äußeres ringförmiges Dichtungselement **2285**. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform beträgt die Wandungsdicke des dünnwandigen Abschnitts **2280** etwa 50 bis 100% der regulären Wandungsdicke der Verschalung **2155**. Auf diese Weise kann das untere Ende **2275** der Verschalung **2155** problemlos aufgeweitet und verformt werden. Auf diese Weise kann ein weiterer Abschnitt der Verschalung **2155** problemlos mit dem unteren Ende **2275** der Verschalung **2155** unter Verwendung eines radialen Aufweitungsprozesses verbunden werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das obere Ende des weiteren Verschalungsabschnitts einen dünnwandigen Abschnitt. Auf diese Weise führt die radiale Aufweitung des dünnwandigen Abschnitts des oberen Endes der weiteren Verschalung in den dünnwandigen Abschnitt **2280** des unteren Endes der Verschalung **2155** zu einer Schachtbohrungs-Verschalung mit im wesentlichen konstanten Innendurchmesser.

Das ringförmige Dichtungselement **2285** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhält-

lichen Dichtungsmaterialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Epoxidharz, Gummi, Metall oder Kunststoff. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das ringförmige Dichtungselement **2285** aus Stratalock-Epoxidharz hergestellt, um in optimaler Weise Zusammendrückbarkeit und Verschleißbeständigkeit bereitzustellen. Der Außendurchmesser des ringförmigen Dichtungselements **2285** reicht bevorzugt von etwa 70 bis 95% des Innendurchmessers des unteren Abschnitts der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung, mit welcher die Verschalung **2155** verbunden bzw. vereinigt werden soll. Auf diese Weise stellt das ringförmige Dichtungselement **2285** bevorzugt eine Fluidichtung bereit und außerdem bevorzugt eine ausreichende Reibungskraft mit der Innenwandung der Schachtbohrung während der radialen Aufweitung der Verschalung **2155**, um die Verschalung **2155** abzustützen.

Während des Betriebs wird die Vorrichtung **2100** bevorzugt in einer Schachtbohrung positioniert, wobei das obere Ende **2260** der Verschalung **2155** in überlappender Beziehung mit dem unteren Ende der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung positioniert wird. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird der dünnwandige Abschnitt **2265** der Verschalung **2155** in gegenüberliegender Beziehung zu dem dünnwandigen Abschnitt des äußeren ringförmigen Dichtungselements des unteren Endes des existierenden Abschnitts der Schachtbohrungs-Verschalung positioniert. Auf diese Weise drückt die radiale Aufweitung der Verschalung **2155** die dünnwandigen Abschnitte und die ringförmigen zusammendrückbaren Elemente des oberen Endes **2260** der Verschalung **2155** und des unteren Endes der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung in innigem Kontakt zusammen. Während der Positionierung der Vorrichtung **2100** in der Schachtbohrung wird die Verschalung **2155** durch den Aufweitungskonus **2150** abgestützt.

Nach Positionierung der Vorrichtung **2100** wird das erste Fluidmaterial in den Fluiddurchlaß **2160** gepumpt. Das erste Fluidmaterial kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien umfassen, wie etwa beispielsweise Bohrschlamm, Wasser, Epoxidharz oder Zement. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das erste Fluidmaterial ein aushärtbares Fluidichtungsmaterial, wie etwa beispielsweise Zement oder Epoxidharz, um einen aushärtbaren äußeren ringförmigen Körper um die aufgeweitete Verschalung **2155** bereitzustellen.

Das erste Fluidmaterial kann in den Fluiddurchlaß **2160** mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt werden, die beispielsweise von etwa 0 bis 4.500 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das erste Fluidmaterial in den Fluiddurchlaß **2160** mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt, die von etwa 0 bis 2.500 psi bzw. 0 bis 1.200 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise betriebsmäßige Effizienz bereitzustellen.

Das erste Fluidmaterial, welches in den Fluiddurchlaß **2160** gepumpt wird, durchsetzt die Fluiddurchlässe **2165**, **2170**, **2175**, **2180** und verläßt daraufhin die Vorrichtung **2100**. Das erste Fluidmaterial füllt daraufhin den ringförmigen Bereich zwischen der Außenseite der Vorrichtung **2100** und den Innenwänden der Schachtbohrung.

Der Stopfen **2245** wird daraufhin in den Fluiddurchlaß **2160** eingeführt. Der Stopfen **2245** wird in dem Vereinigungsdurchlaß **2240** aufgenommen und isoliert und versperrt den Fluiddurchlaß **2175**. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden mehrere Volumina eines nicht aushärtbaren Fluidmaterials daraufhin in den Fluiddurchlaß **2160** gepumpt, um jegliches aushärtbare Fluidmaterial zu entfernen, welches im Innern enthalten ist, und um sicherzustellen, daß keine der Fluiddurchlässe blockiert ist.

Ein zweites Fluidmaterial wird daraufhin in den Fluiddurchlaß **2160** gepumpt. Das zweite Fluidmaterial kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien umfassen, wie etwa beispielsweise Bohrschlamm, Wasser, Bohrgase oder Schmiermittel. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das zweite Fluidmaterial ein nicht aushärtbares Fluidmaterial, wie etwa beispielsweise Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, um in optimaler Weise das Unterdrucksetzen der Druckkammer **2250** bereitzustellen und Reibungskräfte zu minimieren.

Das zweite Fluidmaterial kann in den Fluiddurchlaß **2160** mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt werden, die beispielsweise von etwa 0 bis 4.500 psi bzw. 0 bis 4.500 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das zweite Fluidmaterial in den Fluiddurchlaß **2160** mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt, die von etwa 0 bis 3.500 psi bzw. 0 bis 1.200 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise betriebsmäßige Effizienz bereitzustellen.

Das zweite Fluidmaterial, welches in den Fluiddurchlaß **2160** gepumpt wird, durchsetzt die Fluiddurchlässe **2165**, **2170** und **2175** in die Druckkammern **2195** der Gleitelemente **2125** und in die Druckkammer **2250** hinein. Fortgesetztes Pumpen des zweiten Fluidmaterials setzt die Druckkammern **2195** und **2250** unter Druck.

Das Unterdrucksetzen der Druckkammern **2195** veranlaßt die Gleitelemente **2205** dazu, in radialer Richtung aufzuweiten und die Innenseite der Verschalung **2155** zu ergreifen. Die Verschalung **2155** wird daraufhin bevorzugt in im wesentlichen stationärer Position gehalten.

Das Unterdrucksetzen der Druckkammer **2250** veranlaßt den oberen Dichtungskopf **2130**, den äußeren Dichtungsdorn **2140** und den Aufweitungskonus **2150** dazu, sich in axialer Richtung relativ zu der Verschalung **2155** zu bewegen. Auf diese Weise veranlaßt der Aufweitungskonus **2150** die Verschalung **2155** zur Aufweitung in der radialen Richtung.

Während des radialen Aufweitungsprozesses wird die Verschalung **2155** daran gehindert, sich in Aufwärtsrichtung zu bewegen, und zwar durch die Gleitelemente **2125**. Eine Länge der Verschalung **2155** wird daraufhin in der radialen Richtung durch Unterdrucksetzen der Druckkammer **2250** aufgeweitet. Die Länge der Verschalung **2155**, die während dem Aufweitungsprozeß aufgeweitet wurde, ist proportional zur Hublänge des oberen Dichtungskopfs **2130**, des äußeren Dichtungsdorns **2140** und des Aufweitungskonus **2150**.

Bei der Beendigung des Hubs wird der Betriebsdruck für das zweite Fluidmaterial verringert und der obere Dichtungskopf **2130**, der äußere Dichtungsdorn **2140** und der Aufweitungskonus **2150** fallen in ihre Ruhepositionen zusammen mit der Verschalung **2155**, die durch den Aufweitungskonus **2150** abgestützt ist. Die Position des Bohrrohrs **2105** wird bevorzugt eingestellt über den radialen Aufweitungsprozeß, um die Überlappungsbeziehung zwischen den dünnwandigen Abschnitten des unteren Endes der existierenden Schachtbohrungs-Verschalungen und dem oberen Ende der Verschalung **2155** aufrechtzuerhalten. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird daraufhin die Hubbewegung des Aufweitungskonus **2150** wiederholt, falls erforderlich, bis der dünnwandige Abschnitt **2265** des oberen Endes **2260** der Verschalung **2155** in den dünnwandigen Abschnitt des unteren Endes der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung aufgeweitet ist. Auf diese Weise wird eine Schachtbohrungs-Verschalung mit zwei benachbarten Verschaltungsabschnitten gebildet, die im wesentlichen konstanten Innendurchmesser aufweisen. Dieser Prozeß kann daraufhin für die gesamte Schachtbohrung wiederholt werden, um eine Schachtbohrungs-Verschalung mit einer Länge

von mehreren tausend Fuß bereitzustellen, die im wesentlichen konstanten Innendurchmesser aufweist.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden während des anschließenden Hubs des Aufweitungskonus **2150** die Gleitelemente **2152** so nahe wie möglich an dem dünnwandigen Abschnitt **2265** des oberen Endes der Verschalung **2155** positioniert, um eine Gleitverschiebung zwischen der Verschalung **2155** und der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung am Ende des radialen Aufweitungsprozesses zu minimieren. Alternativ oder zusätzlich wird der Außendurchmesser des ringförmigen Dichtungselements **2270** so gewählt, daß ein ausreichender Grenzflächensitz mit dem Innendurchmesser des unteren Endes der existierenden Verschalung sichergestellt ist, um eine axiale Verschiebung der Verschalung **2155** während des abschließenden Hubs zu verhindern. Alternativ oder zusätzlich wird der Außendurchmesser des ringförmigen Dichtungselements **2285** so gewählt, daß Grenzflächensitz mit den Innenwänden der Schachtbohrung zu einem früheren Zeitpunkt des radialen Aufweitungsprozesses bereitgestellt wird, um eine zusätzliche axiale Verschiebung der Verschalung **2155** zu verhindern. Bei dieser abschließenden Alternative wird der Grenzflächensitz bevorzugt so gewählt, daß eine Aufweitung des Gehäuses **2155** möglich ist durch Ziehen des Aufweitungskonus **2150** aus der Schachtbohrung, ohne daß die Druckkammer **2250** unter Druck gesetzt werden muß.

Während des radialen Aufweitungsprozesses sind die unter Druck gesetzten Bereiche der Vorrichtung **2100** begrenzt auf die Fluiddurchlässe **2160**, **2165**, **2170** und **2175**, die Druckkammern **2195** innerhalb der Gleitelemente **2125** und die Druckkammer **2250**. Kein Fluiddruck wirkt direkt auf die Verschalung **2155**. Dies erlaubt die Verwendung von Betriebsdrücken, die höher sind als diejenigen, den die Verschalung **2155** normalerweise zu widerstehen vermag.

Sobald die Verschalung **2155** vollständig von dem Aufweitungskonus **2150** weggepreßt ist, werden die verbleibenden Teile der Vorrichtung **2100** aus der Schachtbohrung entfernt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Kontaktdruck zwischen den verformten dünnwandigen Abschnitten und den zusammendrückbaren ringförmigen Elementen am unteren Ende der existierenden Verschalung und dem oberen Ende **2260** der Verschalung **2155** von etwa 500 bis 40.000 psi, um in optimaler Weise die Verschalung **2155** unter Verwendung der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung abzustützen.

Auf diese Weise wird die Verschalung **2155** radial in Kontakt mit einem existierenden Abschnitt der Verschalung durch Unterdrucksetzen der inneren Fluiddurchlässe **2160**, **2165**, **2170** und **2175** und der Druckkammer **2250** der Vorrichtung **2100** aufgeweitet.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform und falls erforderlich, wird der ringförmige Körper aus aushärtbarem Fluidmaterial daraufhin aushärten gelassen, um einen starren äußeren ringförmigen Körper um die aufgeweitete Verschalung **2155** zu bilden. In dem Fall, daß die Verschalung **2155** geschlitzt ist, durchsetzt das ausgehärtete Fluidmaterial bevorzugt die aufgeweitete Verschalung **2155** und umschließt diese. Der resultierende Schachtbohrungs-Verschalungsabschnitt umfaßt die aufgeweitete Verschalung **2155** und den starren äußeren ringförmigen Körper. Die Überlappingsverbindung zwischen der bereits existierenden Schachtbohrungs-Verschalung und der aufgeweiteten Verschalung **2155** umfaßt die verformten dünnwandigen Abschnitte und die zusammendrückbaren äußeren ringförmigen Körper. Der Innendurchmesser der resultierenden kombinierten Schachtbohrungs-Verschalungen ist im wesentlichen konstant. Auf diese Weise wird eine Schachtbohrungs-Verschalung mit durchgehend gleichem Durchmesser gebil-

det. Dieser Prozeß des Aufweitens überlappender rohrförmiger Elemente, die dünnwandige Endabschnitte aufweisen, mit zusammendrückbaren ringförmigen Körpern in Kontakt kann für die gesamte Länge der Schachtbohrung wiederholt werden. Auf diese Weise kann eine Schachtbohrungs-Verschalung mit einheitlichem Durchmesser für tausende Fuß in einer unterirdischen Formation bereitgestellt werden.

Wenn der Aufweitungskonus **2150** sich dem oberen Ende der Verschalung **2155** nähert, wird gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der aktive Durchfluß des zweiten Fluidmaterials verringert, um den Stoß auf die Vorrichtung **2100** zu verringern. Gemäß einer alternativen Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung **2100** einen Stoßabsorber zum Absorbieren des Stoßes, der durch die Beendigung der radialen Aufweitung der Verschalung **2155** erzeugt wird.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der verringerte Betriebsdruck des zweiten Fluidmaterials von etwa 100 bis 1.000 psi, wenn der Aufweitungskonus **2130** sich dem Ende der Verschalung **2155** nähert, um in optimaler Weise eine verringerte axiale Bewegung und Geschwindigkeit für den Aufweitungskonus **2130** bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Betriebsdruck des zweiten Fluidmaterials während des Rückstellhubs der Vorrichtung **2100** auf einen Bereich von 100 bis 500 psi verringert, um den Widerstand gegenüber der Bewegung des Aufweitungskonus **2130** während des Rückstellhubs zu minimieren. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Hublänge der Vorrichtung **2100** von etwa 10 bis 45 Fuß, um in optimaler Weise Einrichtungslängen bereitzustellen, die durch herkömmliche Ölbohrgeräte-Handhabungseinrichtungen gehandhabt werden können, während außerdem die Frequenz minimiert wird, mit welcher der Aufweitungskonus **2130** gestoppt werden muß, so daß die Vorrichtung **2100** erneut in Hubbewegung versetzt werden kann.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform umfaßt zumindest ein Teil des oberen Dichtungskopfs **2130** einen Aufweitungskonus zum radialen Aufweiten der Verschalung **2155** während des Betriebs der Vorrichtung **2100**, um den Oberflächenbereich der Verschalung **2155** zu vergrößern, auf welchen während des radialen Aufweitungsprozesses eingewirkt wird. Auf diese Weise können die Betriebsdrücke verringert werden.

Alternativ kann die Vorrichtung **2100** verwendet werden, um einen ersten Abschnitt einer Rohrleitung mit einem existierenden Abschnitt einer Rohrleitung zu verbinden. Alternativ kann die Vorrichtung **2100** verwendet werden, um das Innere der Schachtbohrung direkt mit einer Verkleidung auszukleiden, ohne daß eine äußere ringförmige Schicht aus aushärtbarem Material verwendet werden muß. Alternativ kann die Vorrichtung **2100** verwendet werden, um ein rohrförmiges Tragelement in einem Loch aufzuweiten.

Unter Bezug auf Fig. 17, 17a und 17b wird eine weitere Ausführungsform einer Vorrichtung **2300** zum Aufweiten eines rohrförmigen Elements erläutert. Die Vorrichtung **2300** umfaßt bevorzugt ein Bohrohr **2305**, einen Innengestängeadapter **2310**, einen hydraulischen Gleitkörper **2320**, hydraulische Gleitelemente **2325**, einen inneren Dichtungsdorn **2330**, einen oberen Dichtungskopf **2335**, einen unteren Dichtungskopf **2340**, einen Lastdorn **2345**, einen äußeren Dichtungsdorn **2350**, einen Aufweitungskonus **2355**, einen mechanischen Gleitkörper **2360**, mechanische Gleitelemente **2365**, Schleppblöcke **2370**, eine Verschalung **2375**, Fluiddurchlässe **2380**, **2385**, **2390**, **2395**, **2400**, **2405**, **2410**, **2415** und **2485** und eine Dornstarteinrichtung **2480**.

Das Bohrohr **2305** ist mit dem Innengestängeadapter **2310** verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung

2300 stützt das Bohrrohr **2305** die Vorrichtung **2300** ab. Das Bohrrohr **2305** umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Das Bohrrohr **2305** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niederlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Bohrrohr **2305** hergestellt aus Spiralrohr, um die Plazierung der Vorrichtung **2300** in nicht vertikalen Schachtbohrungen zu erleichtern. Das Bohrrohr **2305** kann mit dem Innengestängeadapter **2310** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden werden, wie etwa beispielsweise einer Bohrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Bohrrohr **2305** lösbar mit dem Innengestängeadapter **2310** durch eine Bohrrohrverbindung verbunden.

Das Bohrrohr **2305** umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß **2380**, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien von einer Oberflächenstelle in den Fluiddurchlaß **2385** zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **2380** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien zu fördern, wie etwa beispielsweise Zement, Wasser, Epoxidharz, Bohrschlämme oder Schmiermittel mit Betriebsdrücken und Durchsätzen, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 5.000 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise Betriebseffizienz bereitzustellen.

Der Innengestängeadapter **2310** ist mit dem Bohrgestänge **2305** und der Dichtungsbuchse **2315** verbunden. Der Innengestängeadapter **2310** umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Der Innengestängeadapter **2310** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niederlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Innengestängeadapter **2310** hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen niedriger Reibung bereitzustellen.

Der Innengestängeadapter **2310** kann mit dem Bohrgestänge **2305** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Innengestängeadapter **2310** dazu ausgelegt, mit dem Bohrrohr **2305** durch eine Bohrrohrverbindung lösbar verbunden zu werden. Der Innengestängeadapter **2310** kann mit der Dichtungsbuchse **2315** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Innengestängeadapter **2310** mit der Dichtungsbuchse **2315** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden.

Der Innengestängeadapter **2310** umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß **2385**, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien aus dem Fluiddurchlaß **2380** in den Fluiddurchlaß **2390** zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **2385** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie

etwa beispielsweise Zement, Epoxidharz, Wasser, Bohrschlamm, Bohrgase oder Schmiermittel mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Die Dichtungsbuchse **2315** ist mit dem Innengestängeadapter **2310** und dem hydraulischen Gleitkörper **2320** verbunden. Die Gleitbuchse **2315** umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Die Dichtungsbuchse **2315** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niederlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dichtungsbuchse **2315** hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen niedriger Reibung bereitzustellen.

Die Dichtungsbuchse **2315** kann mit dem Innengestängeadapter **2310** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise mit Bohrrohrverbindungen, speziellen Gewindeverbindungen aus Oilfield Country Tubular Goods oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dichtungsbuchse **2315** mit dem Innengestängeadapter **2310** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Die Dichtungsbuchse **2310** kann mit dem hydraulischen Gleitkörper **2320** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dichtungsbuchse **2315** mit dem hydraulischen Gleitkörper **2320** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden.

Die Dichtungsbuchse **2315** umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchsatz **2390**, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien aus dem Fluiddurchlaß **2385** in den Fluiddurchlaß **2395** zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **2315** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxidharz, Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der hydraulische Gleitkörper **2320** ist mit der Dichtungsbuchse **2315**, den hydraulischen Gleitelementen **2325** und dem inneren Dichtungsdom **2330** verbunden. Der hydraulische Gleitkörper **2320** umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles Element bzw. mehrere derartige Elemente. Der hydraulische Gleitkörper **2320** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niederlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderem hochfesten Material. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der hydraulische Körper **2320** aus Kohlenstoffstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit bei niedrigen Kosten bereitzustellen.

Der hydraulische Gleitkörper **2320** kann mit der Gleitbuchse **2315** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods oder aus einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der hydraulische Gleitkörper **2320** mit der

Gleitbuchse **2315** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Der hydraulische Gleitkörper **2320** kann mit den Gleitelementen **2325** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden oder Kleben, oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der hydraulische Gleitkörper **2320** mit den Gleitelementen **2325** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Der hydraulische Gleitkörper **2320** kann mit dem inneren Dichtungsdorn **2330** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, amorphes Verbinden bzw. Kleben, oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der hydraulische Gleitkörper **2320** mit dem inneren Dichtungsdorn **2330** durch eine Gewindeschraubverbindung lösbar verbunden.

Der hydraulische Gleitkörper **2320** umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß **2395**, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien aus dem Fluiddurchlaß **2390** in den Fluiddurchlaß **2405** zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **2395** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxidharz, Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der hydraulische Gleitkörper **2320** umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß **2400**, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien aus dem Fluiddurchlaß **2395** in die Druckkammern **2420** der hydraulischen Gleitelemente **2325** zu fördern. Auf diese Weise werden die Gleitelemente **2325** aktiviert bei der Unterdrucksetzung des Fluiddurchlasses **2395**, und zwar in Kontakt mit der Innenseite der Verschalung **2375**. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Fluiddurchlässe **2400** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Die Gleitelemente **2325** sind mit der Außenseite des hydraulischen Gleitkörpers **2320** verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung **2300** werden die Gleitelemente **2325** durch Unterdrucksetzen des Fluiddurchlasses **2395** in Kontakt mit der Innenseite der Verschalung **2375** aktiviert. Auf diese Weise halten die Gleitelemente **2325** die Verschalung **2375** in im wesentlichen stationärer Position.

Die Gleitelemente **2325** umfassen bevorzugt die Fluiddurchlässe **2400**, die Druckkammern **2420**, die Vorspannfeder **2425** und die Gleitelemente **2430**. Die Gleitelemente **2325** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen hydraulischen Gleitelementen umfassen, wie etwa beispielsweise hydraulische RTTS-Dichtstück-Wolframcarbid-Gleitelemente oder hydraulische rückgewinnbare Brücken-Stopfen-Gleitelemente vom Modell 3L. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Gleitelemente **2325** hydraulische RTTS-Dichtstück-Wolframcarbid-Gleitelemente, erhältlich von Halliburton Energy Services, um in optimaler Weise einen Widerstand bzw. Beständigkeit gegenüber axiale Bewegung der Verschalung **2375** während des radialen Aufweitungsprozesses bereitzustellen.

Der innere Dichtungsdorn **2330** ist mit dem hydraulischen Gleitkörper **2320** und dem unteren Dichtungskopf

2340 verbunden. Der innere Dichtungsdorn **2330** umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Der innere Dichtungsdorn **2330** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt werden, wie beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder ähnlichen hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der innere Dichtungsdorn **2330** aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen niedriger Reibung bereitzustellen.

Der innere Dichtungsdorn **2330** kann mit dem hydraulischen Gleitkörper **2320** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, amorphes Verbinden bzw. Kleben, oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der innere Dichtungsdorn **2330** mit dem hydraulischen Gleitkörper **2320** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Der innere Dichtungsdorn **2330** kann mit dem unteren Dichtungskopf **2340** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, amorphes Verbinden bzw. Kleben, oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der innere Dichtungsdorn **2330** mit dem unteren Dichtungskopf **2340** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden.

Der innere Dichtungsdorn **2330** umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß **2405**, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien aus dem Fluiddurchlaß **2395** in den Fluiddurchlaß **2415** zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **2405** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxidharz, Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel mit geringen Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der obere Dichtungskopf **2335** ist mit dem äußeren Dichtungsdorn **2345** und dem Aufweitungsdom **2355** verbunden. Der obere Dichtungskopf **2335** ist außerdem beweglich mit der Außenseite des inneren Dichtungsdorns **2330** und der Innenseite der Verschalung **2375** verbunden. Auf diese Weise läuft der obere Dichtungskopf **2335** in der axialen Richtung hin und her. Der radiale Freiraum bzw. das radiale Spiel zwischen der zylindrischen Innenseite des oberen Dichtungskopfs **2335** und der Außenseite des inneren Dichtungsdorns **2330** kann beispielsweise von etwa 0,0025 bis 0,05 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der zylindrischen Innenseite des oberen Dichtungskopfs **2335** und der Außenseite des inneren Dichtungsdorns **2330** von etwa 0,005 bis 0,01 Inch, um in optimaler Weise minimalen Freiraum bereitzustellen. Der radiale Freiraum zwischen der zylindrischen Außenseite des oberen Dichtungskopfs **2335** und der Innenseite der Verschalung **2375** kann beispielsweise von etwa 0,025 bis 0,375 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der zylindrischen Außenseite des oberen Dichtungskopfs **2335** und der Innenseite der Verschalung **2375** von etwa 0,025 bis 0,125 Inch, um in optimaler Weise eine Stabilisierung für den Aufweitungskonus **2355** während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen.

Der obere Dichtungskopf **2335** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der obere Dichtungskopf **2335** kann aus einem beliebigen von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niederlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder ähnlichen hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der obere Dichtungskopf **2335** hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen niedriger Reibung bereitzustellen. Die Innenseite des oberen Dichtungskopfs **2335** umfaßt bevorzugt ein oder mehrere ringförmige Dichtungselemente **2435** zum Abdichten der Grenzfläche zwischen dem oberen Dichtungskopf **2335** und dem inneren Dichtungsdorn **2330**. Die Dichtungselemente **2435** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen ringförmigen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **2435** Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Dichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der obere Dichtungskopf **2335** eine Schulter **2440** zum Abstützen des oberen Dichtungskopfs auf dem unteren Dichtungskopf **1930**.

Der obere Dichtungskopf **2335** kann mit dem äußeren Dichtungsdorn **2350** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, amorphes Verbinden bzw. Kleben, oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der obere Dichtungskopf **2335** mit dem äußeren Dichtungsdorn **2350** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem oberen Dichtungskopf **2335** und dem äußeren Dichtungsdorn **2350** ein oder mehrere Dichtungselemente **2445** zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem oberen Dichtungskopf **2335** und dem äußeren Dichtungsdorn **2350**. Die Dichtungselemente **2445** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **2445** Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für lange axiale Hübe bereitzustellen.

Der untere Dichtungskopf **2340** ist mit dem inneren Dichtungsdorn **2330** und dem Lastdorn **2345** verbunden. Der untere Dichtungskopf **2340** ist außerdem beweglich mit der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns **2350** verbunden. Auf diese Weise laufen der Dichtungskopf **2335** und der äußere Dichtungsdorn **2350** in der axialen Richtung hin und her. Der radiale Freiraum zwischen der Außenseite des unteren Dichtungskopfs **2340** und der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns **2350** können beispielsweise von etwa 0,0025 bis 0,05 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Außenseite des unteren Dichtungskopfs **2340** und der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns **2350** von etwa 0,005 bis 0,010 Inch, um in optimaler Weise minimalen radialen Freiraum bzw. minimales Spiel bereitzustellen.

Der untere Dichtungskopf **2340** umfaßt bevorzugt ein

ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der untere Dichtungskopf **2340** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Ölfeldrohrelementen, aus Niederlegierungsstahl, aus Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der untere Dichtungskopf **2340** aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen niedriger Reibung bereitzustellen. Die Außenseite des unteren Dichtungskopfs **2340** umfaßt bevorzugt ein oder mehrere ringförmige Dichtungselemente **2450** zum Abdichten der Grenzfläche zwischen dem unteren Dichtungskopf **2340** und dem äußeren Dichtungsdorn **2350**. Die Dichtungselemente **2450** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen ringförmigen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **2450** Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Der untere Dichtungskopf **2340** kann mit dem inneren Dichtungsdorn **2330** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, amorphes Verbinden bzw. Kleben, oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der untere Dichtungskopf **2340** mit dem inneren Dichtungsdorn **2330** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem unteren Dichtungskopf **2340** und dem inneren Dichtungsdorn **2330** ein oder mehrere Dichtungselemente **2455** zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem unteren Dichtungskopf **2340** und dem inneren Dichtungsdorn **2330**. Die Dichtungselemente **2455** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **2455** Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Der untere Dichtungskopf **2340** kann mit dem Lastdorn **2345** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, amorphes Verbinden bzw. Kleben, oder durch eine Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der untere Dichtungskopf **2340** mit dem Lastdorn **2345** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem unteren Dichtungskopf **2340** und dem Lastdorn **2345** ein oder mehrere Dichtungselemente **2460** zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem unteren Dichtungskopf **2340** und dem Lastdorn **2345**. Die Dichtungselemente **2460** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten

Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **2460** Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für eine lange axiale Hublänge bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der untere Dichtungskopf **2340** einen Verengungsdurchlaß **2465**, der fluidmäßig zwischen die Fluiddurchlässe **2405** und **2415** geschaltet ist. Der Verengungsdurchlaß **2465** besitzt bevorzugt verringerte Größe und ist dazu ausgelegt, einen Stopfen **2470** aufzunehmen und in Eingriff mit diesem zu gelangen, oder mit einer anderen ähnlichen Einrichtung. Auf diese Weise wird der Fluiddurchlaß **2405** von dem Fluiddurchlaß **2415** fluidmäßig isoliert. Auf diese Weise wird die Druckkammer **2475** unter Druck gesetzt.

Der äußere Dichtungsdorn **2350** ist mit dem oberen Dichtungskopf **2335** und dem Aufweitungskonus **2355** verbunden. Der äußere Dichtungsdorn **2350** ist außerdem beweglich mit der Innenseite der Verschalung **2375** und der Außenseite des unteren Dichtungskopfs **2340** verbunden. Auf diese Weise laufen der obere Dichtungskopf **2335**, der äußere Dichtungsdorn **2350** und der Aufweitungskonus **2355** in der axialen Richtung hin und her. Der radiale Freiraum bzw. das radiale Spiel zwischen der Außenseite des äußeren Dichtungsdorns **2350** und der Innenseite der Verschalung **2375** kann beispielsweise von etwa 0,025 bis 0,375 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Außenseite des äußeren Dichtungsdorns **2350** und der Innenseite der Verschalung **2375** von etwa 0,0025 bis 0,125 Inch, um in optimaler Weise Stabilisierung für den Aufweitungskonus **2355** während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen. Der radiale Freiraum zwischen der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns **2350** und der Außenseite des unteren Dichtungskopfs **2340** kann beispielsweise von etwa 0,0025 bis 0,375 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns **2350** und der Außenseite des unteren Dichtungskopfs **2340** von etwa 0,005 bis 0,010 Inch, um in optimaler Weise minimalen Freiraum bereitzustellen.

Der äußere Dichtungsdorn **2350** umfaßt außerdem ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der äußere Dichtungsdorn **2350** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der äußere Dichtungsdorn **2350** aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen niedriger Reibung bereitzustellen.

Der äußere Dichtungsdorn **2350** kann mit dem oberen Dichtungskopf **2335** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrohrverbindung, speziellen Gewindeverbindungen aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, amorphes Verbinden bzw. Kleben, oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der äußere Dichtungsdorn **2350** mit dem oberen Dichtungskopf **2335** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Der äußere Dichtungsdorn **2350** kann mit dem Aufweitungskonus **2355** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, amorphes Verbinden bzw. Kleben, oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer

bevorzugten Ausführungsform ist der äußere Dichtungsdorn **2350** mit dem Aufweitungskonus **2355** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden.

Der obere Dichtungskopf **2335**, der untere Dichtungskopf **2340**, der innere Dichtungsdorn **2330** und der äußere Dichtungsdorn **2350** legen gemeinsam eine Druckkammer **2475** fest. Die Druckkammer **2475** ist mit dem Durchlaß **2405** über einen oder mehrere Durchlässe **2410** fluidmäßig verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung **2300** steht der Stopfen **2470** in Eingriff mit dem Verengungsdurchlaß **2465**, um den Fluiddurchlaß **2415** von dem Fluiddurchlaß **2405** fluidmäßig zu isolieren. Die Druckkammer **2475** wird daraufhin unter Druck gesetzt, wodurch wiederum der obere Dichtungskopf **2335**, der äußere Dichtungsdorn **2350** und der Aufweitungskonus **2355** veranlaßt werden, in der axialen Richtung hin- und her zu laufen. Die axiale Bewegung des Aufweitungskonus **2355** ihrerseits weitet die Verschalung **2375** in der radialen Richtung auf.

Der Lastdorn **2345** ist mit dem unteren Dichtungskopf **2340** und dem mechanischen Gleitkörper **2360** verbunden. Der Lastdorn **2345** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der Lastdorn **2345** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Lastdorn **2345** aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen niedriger Reibung bereitzustellen.

Der Lastdorn **2345** kann mit dem unteren Dichtungskopf **2340** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, amorphes Verbinden bzw. Kleben, oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Lastdorn **2345** mit dem unteren Dichtungskopf **2340** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Der Lastdorn **2345** kann mit dem mechanischen Gleitkörper **2360** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, amorphes Verbinden bzw. Kleben, oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Lastdorn **2345** mit dem mechanischen Gleitkörper **2360** durch eine Standardgewindeverbindung verbunden.

Der Lastdorn **2345** umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß **2415**, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien von bzw. aus dem Fluiddurchlaß **2405** zu dem Bereich außerhalb der Vorrichtung **2300** zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **2415** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxidharz, Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der Aufweitungskonus **2355** ist mit dem äußeren Dichtungsdorn **2350** verbunden. Der Aufweitungskonus **2355** ist außerdem beweglich mit der Innenseite der Verschalung **2375** verbunden. Auf diese Weise laufen der obere Dichtungskopf **2335**, der äußere Dichtungsdorn **2350** und der Aufweitungskonus **2355** in der radialen Richtung hin und her. Das Hin- und Herlaufen des Aufweitungskonus **2355**

veranlaßt die Verschalung **2375** dazu, in der radialen Richtung aufzuweiten.

Der Aufweitungskonus **2355** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und konischen Außenseiten. Der Außenradius der konischen Außenseite kann beispielsweise von etwa 2 bis 34 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Außenradius der konischen Außenseite von etwa 3 bis 28 Inch, um in optimaler Weise radiales Aufweiten typischer Verschalungen bereitzustellen. Die axiale Länge des Aufweitungskonus **2355** kann beispielsweise vom etwa 2- bis 8-fachen des größten Außendurchmessers des Aufweitungskonus **2355** reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die axiale Länge des Aufweitungskonus **2355** vom etwa 3- bis 5-fachen des größten Außendurchmessers des Aufweitungskonus **2355**, um in optimaler Weise Stabilität und Zentrierung des Aufweitungskonus **2355** während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Angriffswinkel des Aufweitungskonus **2355** von etwa 5 bis 30°, um in optimaler Weise Reibungskräfte mit radialen Aufweitungskräften bereitzustellen bzw. solche zu verhindern. Der optimale Angriffswinkel des Aufweitungskonus **2355** variiert als Funktion der Betriebsparameter des speziellen Aufweitungsvorgangs.

Der Aufweitungskonus **2355** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Maschinenwerkzeugstahl, Nitridstahl, Titan, Wolframcarbid, Keramik oder ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Aufweitungskonus **2355** aus D2-Maschinenwerkzeugstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Abriebbeständigkeit und Grübchenkorrosionsbeständigkeit bereitzustellen. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform weist die Außenseite des Aufweitungskonus **2355** eine Oberflächenhärte auf, die von etwa 58 bis 62 Rockwell C reicht, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Abriebbeständigkeit und Beständigkeit gegenüber Grübchenkorrosion bereitzustellen.

Der Aufweitungskonus **2355** kann mit dem äußeren Dichtungsdorn **2350** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, amorphes Verbinden bzw. Kleben, oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Aufweitungskonus **2355** mit dem äußeren Dichtungsdorn **2350** unter Verwendung einer Standardgewindeverbindung verbunden, um in optimaler Weise hohe Festigkeit bereitzustellen, und um zu ermöglichen, daß der Aufweitungskonus **2355** problemlos ersetzt bzw. ausgetauscht werden kann.

Die Dornstarteinrichtung **2480** ist mit der Verschalung **2375** verbunden. Die Dornstarteinrichtung **2480** umfaßt einen rohrförmigen Auskleidungsabschnitt mit verringerter Wandungsdicke im Vergleich zu der Verschalung **2375**. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform beträgt die Wandungsdicke der Dornstarteinrichtung **2480** etwa 50 bis 100% der Wandungsdicke der Verschalung **2375**. Auf diese Weise wird die Einleitung der radialen Aufweitung bzw. deren Beginn der Verschalung **2375** erleichtert, und die Platzierung der Vorrichtung **2300** in eine Schachtbohrungs-Verschalung und eine Schachtbohrung wird erleichtert.

Die Dornstarteinrichtung **2480** kann mit der Verschalung **2375** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen

Kupplungen verbunden sein. Die Dornstarteinrichtung **2480** kann eine Wandungsdicke aufweisen, die beispielsweise von etwa 0,15 bis etwa 1,5 Inch reicht. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Wandungsdicke der Dornstarteinrichtung **2480** von etwa 0,25 bis 0,75 Inch, um in optimaler Weise hohe Festigkeit bei einem bzw. für ein minimales Profil bereitzustellen. Die Dornstarteinrichtung **2480** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dornstarteinrichtung **2480** aus Oilfield Country Tubular Goods hergestellt, die eine höhere Festigkeit aufweisen als diejenige der Verschalung **2375**, jedoch eine geringere Wandungsdicke als diejenige der Verschalung **2375** aufweisen, um in optimaler Weise einen dünnwandigen Behälter bereitzustellen, der in etwa dieselbe Berstfestigkeit besitzt wie die Verschalung **2375**.

Der mechanische Gleitkörper **2460** ist mit dem Lastdorn **2345**, den mechanischen Gleitelementen **2365** und den Schleppblöcken **2370** verbunden. Der mechanische Gleitkörper **2460** umfaßt bevorzugt ein rohrförmiges Element mit einem inneren Durchlaß **2485**, der fluidmäßig mit dem Durchlaß **2415** verbunden ist. Auf diese Weise können Fluidmaterialien aus dem Durchlaß **2484** zu dem Bereich außerhalb der Vorrichtung **2300** befördert werden.

Der mechanische Gleitkörper **2360** kann mit dem Lastdorn **2345** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der mechanische Gleitkörper **2360** mit dem Lastdorn **2345** unter Verwendung von Gewinden und Gleitstahlhalteringen lösbar verbunden, um in optimaler Weise eine Befestigung hoher Festigkeit bereitzustellen. Der mechanische Gleitkörper **2360** kann mit den mechanischen Gleitelementen **2365** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der mechanische Gleitkörper **2360** mit den mechanischen Gleitelementen **2365** unter Verwendung von Gewinden und gleitfähigen Stahlhalteringen lösbar verbunden, um in optimaler Weise eine Befestigung hoher Festigkeit bereitzustellen. Der mechanische Gleitkörper **2360** kann mit den Schleppblöcken **2370** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der mechanische Gleitkörper **2360** mit den Schleppblöcken **2365** unter Verwendung von Gewinden und gleitfähigen Stahlhalteringen lösbar verbunden, um in optimaler Weise eine Halterung bzw. Befestigung hoher Festigkeit bereitzustellen.

Die mechanischen Gleitelemente **2365** sind mit der Außenseite des mechanischen Gleitkörpers **2360** verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung **2300** verhindern die mechanischen Gleitelemente **2365** eine Aufwärtsbewegung der Verschalung **2375** und der Dornstarteinrichtung **2480**. Auf diese Weise werden während der axial hin- und herlaufenden Bewegung des Aufweitungskonus **2355** die Verschalung **2375** und die Dornstarteinrichtung **2480** in einer im wesentlichen stationären Position gehalten. Auf diese Weise werden die Dornstarteinrichtung **2480** und die Verschalung **2375** in der radialen Richtung durch die axiale Bewegung des Aufweitungskonus **2355** aufgeweitet.

Die mechanischen Gleitelemente **2365** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Gleitelementen umfassen, wie etwa bei-

spielsweise mechanische RTTS-Dichtstück-Wolframcarbid-Gleitelemente, mechanische RTTS-Dichtstück-Gleitelemente vom Wicker-Typ oder rückgewinnbare obere mechanische Brücken-Stopfen-Wolframcarbid-Gleitelemente vom Modell 3L. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die mechanischen Gleitelemente **2365** mechanische RTTS-Dichtstück-Wolframcarbid-Gleitelemente, erhältlich von Halliburton Energy Services, um in optimaler Weise Beständigkeit bzw. Widerstand gegenüber einer axialen Bewegung der Verschalung **2375** während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen.

Die Schleppblöcke **2370** sind mit der Außenseite des mechanischen Gleitkörpers **2360** verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung **2300** verhindern die Schleppblöcke **2370** eine Aufwärtsbewegung der Verschalung **2375** und der Dornstarteinrichtung **2480**. Während der axial hin- und herlaufenden Bewegung des Aufweitungskonus **2355** werden auf diese Weise die Verschalung **2375** und die Dornstarteinrichtung **2480** in einer im wesentlichen stationären Position gehalten. Auf diese Weise werden die Dornstarteinrichtung **2480** und die Verschalung **2375** in der radialen Richtung durch die axiale Bewegung des Aufweitungskonus **2355** aufgeweitet.

Die Schleppblöcke **2370** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Gleitelementen umfassen, wie beispielsweise mechanische RTTS-Dichtstück-Schleppblöcke oder rückgewinnbare Brücken-Stopfen-Schleppblöcke vom Modell 3L. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Schleppblöcke **2370** mechanische RTTS-Dichtstück-Schleppblöcke, erhältlich von Halliburton Energy Services, um in optimaler Weise Widerstand bzw. Beständigkeit gegenüber einer axialen Bewegung der Verschalung **2375** während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen.

Die Verschalung **2375** ist mit der Dornstarteinrichtung **2480** verbunden. Die Verschalung **2375** ist außerdem lösbar mit den mechanischen Gleitelementen **2365** und den Schleppblöcken **2370** verbunden. Die Verschalung **2375** umfaßt bevorzugt ein rohrförmiges Element. Die Verschalung **2375** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus geschlitzten Rohren, aus Oilfield Country Tubular Goods, Kohlenstoffstahl, Niedriglegierungsstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Verschalung **2375** aus Oilfield Country Tubular Goods hergestellt, erhältlich von verschiedenen ausländischen und inländischen Stahlwerken, sowie um hohe Festigkeit optimal bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das obere Ende der Verschalung **2375** ein oder mehrere Dichtungselemente, die um das Äußere der Verschalung **2375** positioniert sind.

Während des Betriebs wird die Vorrichtung **2300** in einer Schachtbohrung positioniert, wobei das obere Ende der Verschalung **2375** in überlappender Beziehung innerhalb der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung positioniert wird, um Druckstöße bzw. Stoßdrücke innerhalb des Bohrlochs während der Plazierung der Vorrichtung **2300** zu minimieren, wird der Fluiddurchlaß **2380** bevorzugt mit einem oder mehreren Druckfreigabedurchlässen versehen. Während der Plazierung der Vorrichtung **2300** in der Schachtbohrung wird die Verschalung **2375** durch den Aufweitungskonus **2355** getragen bzw. abgestützt.

Nach dem Positionieren der Vorrichtung **2300** innerhalb des Bohrlochs in überlappender Beziehung mit einem existierenden Schachtbohrungs-Verschalungsabschnitt wird ein erstes Fluidmaterial in den Fluiddurchlaß **2380** von einer Oberflächenstelle aus gepumpt. Das erste Fluidmaterial

wird von dem Fluiddurchlaß **2380** zu den Fluiddurchlässen **2385**, **2390**, **2395**, **2405**, **2415** und **2485** gefördert. Das erste Fluidmaterial verläßt daraufhin die Vorrichtung **2300** und füllt den ringförmigen Bereich zwischen der Außenseite der Vorrichtung **2300** und den Innenwänden des Bohrlochs.

Das erste Fluidmaterial kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien umfassen, wie etwa beispielsweise Epoxidharz, Bohrschlamm, Schlackengemisch, Zement oder Wasser. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das erste Fluidmaterial ein aushärtbares Fluidichtungsmaterial, wie etwa beispielsweise Schlackengemisch, Epoxidharz oder Zement. Auf diese Weise kann eine Schachtbohrungs-Verschalung gebildet werden, die eine äußere ringförmige Schicht aus aushärtbarem Material aufweist.

Das erste Fluidmaterial kann in die Vorrichtung **2300** mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt werden, die beispielsweise von etwa 0 bis 4.500 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das erste Fluidmaterial in die Vorrichtung **2300** mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt, die von etwa 0 bis 3.500 psi bzw. 0 bis 1.200 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise betriebsmäßige Effizienz bereitzustellen.

Zu einem vorbestimmten Zeitpunkt des Einspritzens des ersten Fluidmaterials, wie etwa nachdem der ringförmige Bereich außerhalb der Vorrichtung **2300** auf ein vorbestimmtes Niveau befüllt wurde, wird ein Stopfen **2470**, ein Anker oder eine ähnliche Einrichtung in das erste Fluidmaterial eingeführt. Der Stopfen **2470** gelangt zum Sitz in dem Verengungsdurchlaß **2465** und isoliert dadurch fluidmäßig den Fluiddurchlaß **2405** von dem Fluiddurchlaß **2415**.

Nach Plazierung des Stopfens **2470** in den Verengungsdurchlaß **2465** wird ein zweites Fluidmaterial in den Fluiddurchlaß **2380** gepumpt, um die Druckkammer **2475** unter Druck zu setzen. Das zweite Fluidmaterial kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien umfassen, wie etwa beispielsweise Wasser, Bohrgase, Bohrschlamm oder Schmiermittel. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das zweite Fluidmaterial ein nicht aushärtbares Fluidmaterial, wie etwa beispielsweise Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel.

Das zweite Fluidmaterial kann in die Vorrichtung **2300** mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt werden, die beispielsweise von etwa 0 bis 4.500 psi bzw. 0 bis 4.500 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das zweite Fluidmaterial in die Vorrichtung **2300** mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt, die von etwa 0 bis 3.500 psi bzw. 0 bis 1.200 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise betriebsmäßige Effizienz bereitzustellen.

Das Unterdrucksetzen der Druckkammer **2475** veranlaßt den oberen Dichtungskopf **2335**, den äußeren Dichtungsdorn **2350** und den Aufweitungskonus **2355** dazu, sich in axialer Richtung zu bewegen. Das Unterdrucksetzen der Druckkammer **2475** veranlaßt außerdem die hydraulischen Gleitelemente **2375** dazu, in der radialen Richtung aufzuweichen und die Verschalung **2375** in im wesentlichen stationärer Position zu halten. Wenn der Aufweitungskonus **2355** sich in der axialen Richtung bewegt, zieht außerdem der Aufweitungskonus **2355** die Dornstarteinrichtung **2480** und die Schleppblöcke **2370** mit, wodurch die mechanischen Gleitelemente **2365** eingestellt werden und bei einer weiteren axialen Bewegung der Dornstarteinrichtung **2480** und der Verschalung **2375** stoppen. Auf diese Weise weitet die axiale Bewegung des Aufweitungskonus **2355** die Dornstarteinrichtung **2480** und die Verschalung **2375** radial auf.

Sobald der obere Dichtungskopf **2335**, der äußere Dicht-

tungsdorn **2350** und der Aufweitungskonus **2355** einen axial Hub beenden, wird der Betriebsdruck des zweiten Fluidmaterials verringert. Die Verringerung des Betriebsdrucks des zweiten Fluidmaterials gibt die hydraulischen Gleitelemente **2325** frei. Das Bohrgestänge **2305** wird daraufhin angehoben. Dies führt dazu, daß der innere Dichtungsdorn **2330**, der untere Dichtungskopf **2340**, der Lastdorn **2345** und der mechanische Gleitkörper **2360** sich aufwärts bewegen. Dadurch werden die mechanischen Gleitelemente **2375** entriegelt bzw. ausgerückt und ermöglichen es, daß die mechanischen Gleitelemente **2365** und die Schleppblöcke **2370** in die Dornstarteinrichtung **2480** und die Verschalung **2375** hineinbewegt werden. Wenn der untere Dichtungskopf **2340** den oberen Dichtungskopf **2375** kontaktiert, wird das zweite Fluidmaterial erneut unter Druck gesetzt und der radiale Aufweitungsprozeß wird fortgesetzt. Auf diese Weise werden die Dornstarteinrichtung **2480** und die Verschalung **2375** radial aufgeweitet durch wiederholte axiale Hübe des oberen Dichtungskopfs **2335**, des äußeren Dichtungsdorns **2350** und des Aufweitungskonus **2355**. Durch den radialen Aufweitungsprozeß wird das obere Ende der Verschalung **2375** bevorzugt in überlappender Beziehung mit einem existierenden Abschnitt der Schachtbohrungs-Verschalung gehalten.

Am Ende des radialen Aufweitungsprozesses wird das obere Ende der Verschalung **2375** in innigen Kontakt mit der Innenseite des unteren Endes der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung aufgeweitet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform stellen die Dichtungselemente, die am oberen Ende der Verschalung **2375** vorgesehen sind, eine Fluidichtung zwischen der Außenseite des oberen Endes der Verschalung **2375** und der Innenseite des unteren Endes der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung bereit. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Kontaktdruck zwischen der Verschalung **2375** und dem existierenden Abschnitt der Schachtbohrungs-Verschalung von etwa 400 bis 10.000 psi, um in optimaler Weise einen Kontaktdruck bereitzustellen, die Dichtungselemente zu aktivieren und typischen Spannungs- und Druckbelastungsbedingungen widerstehen zu können.

Wenn der Aufweitungskonus **2355** sich dem oberen Ende der Verschalung **2375** nähert, wird gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Betriebsdruck des zweiten Fluidmaterials verringert, um einen Stoß auf die Vorrichtung **2300** zu minimieren. Gemäß einer alternativen Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung **2300** einen Stoßabsorber zum Absorbieren des Stoßes, der durch die Beendigung der radialen Aufweitung der Verschalung **2375** hervorgerufen wird.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der verringerte Betriebsdruck des zweiten Fluidmaterials von etwa 100 bis 1.000 psi, wenn der Aufweitungskonus **2355** sich dem Ende der Verschalung **2375** nähert, um in optimaler Weise eine verringerte axiale Bewegung und Geschwindigkeit des Aufweitungskonus **2355** bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Betriebsdruck des zweiten Fluidmaterials während des Rückstellhubs der Vorrichtung **2300** auf einen Bereich von etwa 0 bis 500 psi verringert, um den Widerstand bzw. die Beständigkeit gegenüber der Bewegung des Aufweitungskonus **2355** während des Rückstellhubs zu minimieren. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Hublänge der Vorrichtung **2300** von etwa 10 bis 45 Fuß, um in optimaler Weise eine Anlage bereitzustellen, die durch typisches Ölbohrwerkzeug gehandhabt werden kann, und um die Frequenz zu minimieren, unter welcher der Aufweitungskonus **2355** gestoppt werden muß, damit die Vorrichtung **2300** erneut in Hubbewegung versetzt werden kann.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform umfaßt zu-

mindest ein Teil des oberen Dichtungskopfs **2335** einen Aufweitungskonus zum radialen Aufweiten der Dornstarteinrichtung **2480** und der Verschalung **2375** während des Betriebs der Vorrichtung **2300**, um den Oberflächenbereich der Verschalung **2375** zu vergrößern, auf welchen eingewirkt wird, während des radialen Aufweitungsprozesses eingewirkt wird. Auf diese Weise können die Betriebsdrücke verringert werden.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform werden die mechanischen Gleitelemente **2365** in einer axialen Stelle zwischen der Dichtungsbuchse **2315** und dem inneren Dichtungsdorn **2330** positioniert, um die Konstruktion und den Betrieb der Vorrichtung **2300** optimal zu gestalten.

Bei Beendigung der radialen Aufweitung der Verschalung **2375** wird das erste Fluidmaterial, falls es möglich ist, aushärten gelassen innerhalb des ringförmigen Bereichs zwischen der Außenseite der aufgeweiteten Verschalung **2375** und den Innenwänden der Schachtbohrung. In dem Fall, daß die Verschalung **2375** geschlitzt ist, durchsetzt das ausgehärtete Fluidmaterial bevorzugt die aufgeweitete Verschalung **2375** und umhüllt diese. Auf diese Weise wird ein neuer Schachtbohrungs-Verschalungsabschnitt innerhalb einer Schachtbohrung gebildet. Alternativ kann die Vorrichtung **2300** verwendet werden, um einen ersten Rohrleitungsabschnitt mit einem existierenden Rohrleitungsabschnitt zu verbinden bzw. zu vereinigen. Alternativ kann die Vorrichtung **2300** verwendet werden, um das Innere einer Schachtbohrung mit einer Verschalung direkt auszukleiden, und zwar ohne Verwendung einer äußeren ringförmigen Schicht aus aushärtbarem Material. Alternativ kann die Vorrichtung **2300** verwendet werden, um ein rohrförmiges Tragelement in einem Loch aufzuweiten.

Während des radialen Aufweitungsprozesses sind die unter Druck gesetzten Bereiche der Vorrichtung **2300** begrenzt auf die Fluiddurchlässe **2380**, **2385**, **2390**, **2395**, **2400**, **2405** und **2410** und auf die Druckkammer **2475**. Kein Fluidruck wirkt (deshalb) direkt auf die Dornstarteinrichtung **2480** und die Verschalung **2375**. Dies erlaubt die Verwendung von Betriebsdrücken, die höher sind als diejenigen, denen die Dornstarteinrichtung **2480** und die Verschalung **2375** normalerweise widerstehen können.

Unter Bezug auf Fig. 18 wird nunmehr eine bevorzugte Ausführungsform einer Vorrichtung **2500** zum Bilden einer Schachtbohrungs-Verschalung mit durchgehend gleichem Durchmesser erläutert. Die Vorrichtung **2500** umfaßt bevorzugt ein Bohrrohr **2505**, einen Innengestängeadapter **2510**, eine Dichtungsbuchse **2515**, einen hydraulischen Gleitkörper **2520**, hydraulische Gleitelemente **2525**, einen inneren Dichtungsdorn **2530**, einen oberen Dichtungskopf **2535**, einen unteren Dichtungskopf **2540**, einen äußeren Dichtungsdorn **2545**, einen Lastdorn **2550**, einen Aufweitungskonus **2555**, eine Verschalung **2560** und Fluiddurchlässe **2565**, **2570**, **2575**, **2580**, **2585**, **2590**, **2595** und **2600**.

Das Bohrrohr **2505** ist mit dem Innengestängeadapter **2510** verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung **2500** trägt das Bohrrohr **2505** die Vorrichtung **2500** bzw. stützt diese ab. Das Bohrrohr **2505** umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Das Bohrrohr **2505** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Bohrrohr **2505** aus Spiralrohr hergestellt, um die Plazierung der Vorrichtung **2500** in nicht vertikalen Schachtbohrungen zu erleichtern. Das Bohrrohr **2505** kann mit dem Innengestängeadapter **2510** unter Verwendung ei-

ner beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Bohrrrohr **2505** mit dem Innengestängeadapter **2510** durch eine Bohrrrohrverbindung lösbar verbunden. Eine Bohrrrohrverbindung erbringt die Vorteile hoher Festigkeit und problemloser Demontierbarkeit.

Das Bohrrrohr **2505** umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß **2565**, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien von einer Oberflächenstelle ausgehend in den Fluiddurchlaß **2570** zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **2565** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxidharz, Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, unter Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der Innengestängeadapter **2510** ist mit dem Bohrgestänge **2505** und der Dichtungsbuchse **2515** verbunden. Der Innengestängeadapter **2510** umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Der Innengestängeadapter **2510** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Innengestängeadapter **2510** aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen niedriger Reibung bereitzustellen.

Der Innengestängeadapter **2510** kann mit dem Bohrgestänge **2505** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Innengestängeadapter **2510** lösbar mit dem Bohrrrohr **2505** durch eine Bohrrrohrverbindung verbunden. Der Innengestängeadapter **2510** kann mit der Dichtungsbuchse **2515** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsgewindeverbindung oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Innengestängeadapter **2510** mit der Dichtungsbuchse **2515** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden.

Der Innengestängeadapter **2510** umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß **2570**, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien aus dem Fluiddurchlaß **2565** in den Fluiddurchlaß **2575** zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **2570** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxidharz, Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Die Dichtungsbuchse **2515** ist mit dem Innengestängeadapter **2510** und dem hydraulischen Gleitkörper **2520** verbunden. Die Dichtungsbuchse **2515** umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Die Dichtungsbuchse **2515** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell er-

hältlichen Materialien hergestellt sein, wie beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dichtungsbuchse **2515** aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen niedriger Reibung bereitzustellen.

Die Dichtungsbuchse **2515** kann mit dem Innengestängeadapter **2510** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise mit Bohrrrohrverbindungen, speziellen Gewindeverbindungen aus Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsgewindeverbindung oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dichtungsbuchse **2515** mit dem Innengestängeadapter **2510** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Die Dichtungsbuchse **2515** kann mit dem hydraulischen Gleitkörper **2520** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsgewindeverbindung oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dichtungsbuchse **2515** mit dem hydraulischen Gleitkörper **2520** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden.

Die Dichtungsbuchse **2515** umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß **2575**, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien aus dem Fluiddurchlaß **2570** in den Fluiddurchlaß **2580** zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **2575** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxidharz, Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der hydraulische Gleitkörper **2520** ist mit der Dichtungsbuchse **2515**, den hydraulischen Gleitelementen **2525** und dem inneren Dichtungsdom **2530** verbunden. Der hydraulische Gleitkörper **2520** umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Der hydraulische Gleitkörper **2520** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der hydraulische Gleitkörper **2520** aus Kohlenstoffstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit bereitzustellen.

Der hydraulische Gleitkörper **2520** kann mit der Dichtungsbuchse **2515** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsgewindeverbindung oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der hydraulische Gleitkörper **2520** mit der Dichtungsbuchse **2515** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Der hydraulische Gleitkörper **2520** kann mit den Gleitelementen **2525** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Gewindeverbindung oder durch Schweißen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der hy-

draulische Gleitkörper **2520** mit den Gleitelementen **2525** durch eine Gewindeverbindung lösbar verbunden. Der hydraulische Gleitkörper **2520** kann mit dem inneren Dichtungsdorn **2530** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, amorphes Verbinden bzw. Kleben, oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der hydraulische Gleitkörper **2520** mit dem inneren Dichtungsdorn **2530** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden.

Die hydraulischen Gleitkörper **2520** umfassen bevorzugt einen Fluiddurchlaß **2580**, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien aus dem Fluiddurchlaß **2575** in den Fluiddurchlaß **2590** zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **2580** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxidharz, Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der hydraulische Gleitkörper **2520** umfaßt bevorzugt Fluiddurchlässe **2585**, die dazu ausgelegt sind, Fluidmaterialien aus dem Fluiddurchlaß **2580** in die Druckkammern der hydraulischen Gleitelemente **2525** zu fördern. Auf diese Weise werden die Gleitelemente **2525** bei Unterdrucksetzen des Fluiddurchlasses **2580** in Kontakt mit der Innenseite der Verschalung **2560** aktiviert. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Fluiddurchlässe **2585** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Die Gleitelemente **2525** sind mit der Außenseite des hydraulischen Gleitkörpers **2520** verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung **2500** werden die Gleitelemente **2525** durch Unterdrucksetzen des Fluiddurchlasses **2580** in Kontakt mit der Innenseite der Verschalung **2560** aktiviert. Auf diese Weise halten die Gleitelemente **2525** die Verschalung **2560** in im wesentlichen stationärer Position.

Die Gleitelemente **2525** umfassen bevorzugt die Fluiddurchlässe **2585**, die Druckkammern **2605**, die Vorspannfeder **2610** und die Gleitelemente **2615**. Die Gleitelemente **2525** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen hydraulischen Gleitelementen umfassen, wie etwa beispielsweise hydraulische RTTS-Dichtstück-Wolframcarbid-Gleitelemente oder rückgewinnbare hydraulische Brücken-Stopfen-Gleitelemente vom Modell 3L. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Gleitelemente **2525** hydraulische RTTS-Dichtstück-Wolframcarbid-Gleitelemente, erhältlich von Halliburton Energy Services, um in optimaler Weise einen Widerstand bzw. Beständigkeit gegenüber der axialen Bewegung der Verschalung **2560** während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen.

Der innere Dichtungsdorn **2530** ist mit dem hydraulischen Gleitkörper **2520** und dem unteren Dichtungskopf **2540** verbunden. Der innere Dichtungsdorn **2530** umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Der innere Dichtungsdorn **2530** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der innere Dichtungsdorn **2530** aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Fe-

stigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen niedriger Reibung bereitzustellen.

Der innere Dichtungsdorn **2530** kann mit dem hydraulischen Gleitkörper **2520** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, amorphes Verbinden bzw. Kleben, oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der innere Dichtungsdorn **2530** mit dem hydraulischen Gleitkörper **2525** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Der innere Dichtungsdorn **2530** kann mit dem unteren Dichtungskopf **2540** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, einer Bohrrrohrverbindung durch Schweißen, amorphes Verbinden bzw. Kleben, oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der innere Dichtungsdorn **2530** mit dem unteren Dichtungsdorn **2540** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden.

Der innere Dichtungsdorn **2530** umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß **2590**, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien aus dem Fluiddurchlaß **2580** in den Fluiddurchlaß **2600** zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **2590** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxidharz, Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der obere Dichtungskopf **2535** ist mit dem äußeren Dichtungsdorn **2545** und dem Aufweitungskonus **2555** verbunden. Der obere Dichtungskopf **2535** ist aus dem mit der Außenseite des inneren Dichtungsdorns **2530** und der Innenseite der Verschalung **2560** verbunden. Auf diese Weise läuft der obere Dichtungskopf **2535** in der axialen Richtung hin und her. Der radiale Freiraum bzw. das radiale Spiel zwischen der zylindrischen Innenseite des oberen Dichtungskopfs **2535** und der Außenseite des inneren Dichtungsdorns **2530** kann beispielsweise von etwa 0,0025 bis 0,05 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der zylindrischen Innenseite des oberen Dichtungskopfs **2535** und der Außenseite des inneren Dichtungsdorns **2530** von etwa 0,005 bis 0,010 Inch, um in optimaler Weise minimalen radialen Freiraum bzw. minimales radiales Spiel bereitzustellen. Der radiale Freiraum zwischen der zylindrischen Außenseite des oberen Dichtungskopfs **2535** und der Innenseite der Verschalung **2560** kann beispielsweise von etwa 0,025 bis 0,375 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der zylindrischen Außenseite des oberen Dichtungskopfs **2535** und der Innenseite der Verschalung **2560** von etwa 0,025 bis 0,125 Inch, um in optimaler Weise eine Stabilisierung für den Aufweitungsprozess bereitzustellen.

Der obere Dichtungskopf **2535** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der obere Dichtungskopf **2535** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der obere Dichtungskopf **2535** aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen niedriger Rei-

bung bereitzustellen. Die Innenseite des oberen Dichtungskopfs **2535** umfaßt bevorzugt ein oder mehrere ringförmige Dichtungselemente **2620** zum Abdichten der Grenzfläche zwischen dem oberen Dichtungskopf **2535** und dem inneren Dichtungsdorn **2530**. Die Dichtungselemente **2620** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen ringförmigen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **2620** Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der obere Dichtungskopf **2535** eine Schulter **2625** zum Abstützen des oberen Dichtungskopfs **2535**, einen äußeren Dichtungsdorn **2545** und einen Aufweitungskonus **2555** auf dem unteren Dichtungskopf **2540**.

Der obere Dichtungskopf **2535** kann mit dem äußeren Dichtungsdorn **2545** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, einer Rohrleitungsverbindung, durch Schweißen, amorphes Verbinden bzw. Kleben, oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der obere Dichtungskopf **2535** lösbar mit dem äußeren Dichtungsdorn **2545** durch eine Standardgewindeverbindung verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem oberen Dichtungskopf **2535** und dem äußeren Dichtungsdorn **2545** ein oder mehrere Dichtungselemente **2630** zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem oberen Dichtungskopf **2535** und dem äußeren Dichtungsdorn **2545**. Die Dichtungselemente **2630** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **2630** Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Der untere Dichtungskopf **2540** ist mit dem inneren Dichtungsdorn **2530** und dem Lastdorn **2550** verbunden. Der untere Dichtungskopf **2540** ist außerdem mit der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns **2540** beweglich verbunden. Auf diese Weise laufen der obere Dichtungskopf **2535**, der äußere Dichtungsdorn **2545** und der Aufweitungsdom **2555** in der axialen Richtung hin und her.

Der radiale Freiraum bzw. das radiale Spiel zwischen der Außenseite des unteren Dichtungskopfs **2540** und der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns **2545** kann beispielsweise von etwa 0,0025 bis 0,05 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Außenseite des unteren Dichtungskopfs **2540** und der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns **2545** von etwa 0,005 bis 0,01 Inch, um in optimaler Weise minimalen radialen Freiraum bereitzustellen.

Der untere Dichtungskopf **4540** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der untere Dichtungskopf **2540** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der untere Dichtungskopf **2540** aus Edel-

stahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen niedriger Reibung bereitzustellen. Die Außenseite des unteren Dichtungskopfs **2540** umfaßt bevorzugt ein oder mehrere ringförmige Dichtungselemente **2635** zum Abdichten der Grenzfläche zwischen dem unteren Dichtungskopf **2540** und dem äußeren Dichtungsdorn **2545**. Die Dichtungselemente **2635** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen ringförmigen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **2635** Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Der untere Dichtungskopf **2540** kann mit dem inneren Dichtungsdorn **2530** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen umfassen, wie etwa beispielsweise Bohrrhrverbindungen, eine spezielle Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods oder eine Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der untere Dichtungskopf **2540** mit dem inneren Dichtungsdorn **2530** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem unteren Dichtungskopf **2540** und dem inneren Dichtungsdorn **2530** ein oder mehrere Dichtungselemente **2640** zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem unteren Dichtungskopf **2540** und dem inneren Dichtungsdorn **2530**. Die Dichtungselemente **2640** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **2640** Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Der untere Dichtungskopf **2540** kann mit dem Lastdorn **2550** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen umfassen, wie etwa beispielsweise eine Bohrrhrverbindung, eine spezielle Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, amorphes Verbinden bzw. Kleben, oder eine Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der untere Dichtungskopf **2540** mit dem Lastdorn **2550** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem unteren Dichtungskopf **2540** und dem Lastdorn **2550** ein oder mehrere Dichtungselemente **2645** zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem unteren Dichtungskopf **2540** und dem Lastdorn **2550**. Die Dichtungselemente **2645** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **2645** Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der untere Dichtungskopf **2540** einen Verengungsdurchlaß **2650**, der fluidmäßig zwischen die Fluiddurchlässe **2590** und **2600** geschaltet ist. Der Verengungsdurchlaß **2650** besitzt bevorzugt verringerte Größe und ist dazu ausgelegt, einen Stopfen **2655** aufzunehmen und in Eingriff mit diesem zu gelangen, oder mit einer ähnlichen Einrichtung. Auf

diese Weise ist der Fluiddurchlaß **2590** von dem Fluiddurchlaß **2600** fluidmäßig isoliert. Auf diese Weise wird die Druckkammer **2660** unter Druck gesetzt.

Der äußere Dichtungsdorn **2545** ist mit dem oberen Dichtungskopf **2535** und dem Aufweitungskonus **2555** verbunden. Der äußere Dichtungsdorn **2545** ist außerdem beweglich mit der Innenseite der Verschalung **2560** und der Außenseite des unteren Dichtungskopfs **2540** verbunden. Auf diese Weise laufen der obere Dichtungskopf **2535**, der äußere Dichtungsdorn **2545** und der Aufweitungskonus **2555** in der axialen Richtung hin und her. Der radiale Freiraum zwischen der Außenseite des äußeren Dichtungsdorns **2545** und der Innenseite der Verschalung **2560** kann beispielsweise von etwa 0,025 bis 0,375 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Außenseite des äußeren Dichtungsdorns **2545** und der Innenseite der Verschalung **2560** von etwa 0,025 bis 0,125 Inch, um in optimaler Weise eine Stabilisierung für den Aufweitungskonus **2535** während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen. Der radiale Freiraum zwischen der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns **2545** und der Außenseite des unteren Dichtungskopfs **2540** kann beispielsweise von etwa 0,005 bis 0,01 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns **2545** und der Außenseite des unteren Dichtungskopfs **2540** von etwa 0,005 bis 0,01 Inch, um in optimaler Weise einen minimalen Freiraum bereitzustellen.

Der äußere Dichtungsdorn **2545** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der äußere Dichtungsdorn **2545** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der äußere Dichtungsdorn **2545** aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen niedriger Reibung bereitzustellen.

Der äußere Dichtungsdorn **2545** kann mit dem oberen Dichtungskopf **2535** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, amorphes Verbinden bzw. Kleben, oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der äußere Dichtungsdorn **2545** mit dem oberen Dichtungskopf **2535** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Der äußere Dichtungsdorn **2545** kann mit dem Aufweitungskonus **2555** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, amorphes Verbinden bzw. Kleben, oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der äußere Dichtungsdorn **2545** mit dem Aufweitungskonus **2555** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden.

Der obere Dichtungskopf **2535**, der untere Dichtungskopf **2540**, der innere Dichtungsdorn **2530** und der äußere Dichtungsdorn **2545** legen gemeinsam eine Druckkammer **2660** fest. Die Druckkammer **2660** ist mit dem Durchlaß **2590** über einen oder mehrere Durchlässe **2595** fluidmäßig verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung **2500** gelangt der Stopfen **2655** in Eingriff mit dem Verengungsdurchlaß

2650, um den Fluiddurchlaß **2590** von dem Fluiddurchlaß **2600** fluidmäßig zu isolieren. Die Druckkammer **2660** wird daraufhin unter Druck gesetzt, wodurch der obere Dichtungskopf **2525**, der äußere Dichtungsdorn **2545** und der Aufweitungskonus **2555** veranlaßt werden, sich in der axialen Richtung hin- und herzubewegen. Die axiale Bewegung des Aufweitungskonus **2555** veranlaßt ihrerseits die Verschalung **2560** dazu, in radialer Richtung aufzuweiten.

Der Lastdorn **2550** ist mit dem unteren Dichtungskopf **2540** verbunden. Der Lastdorn **2550** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der Lastdorn **2550** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Lastdorn **2550** aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen niedriger Reibung bereitzustellen.

Der Lastdorn **2550** kann mit dem unteren Dichtungsdorn **2540** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, eine Bohrrrohrverbindung, durch Schweißen, amorphes Verbinden bzw. Kleben, oder eine Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Lastdorn **2550** mit dem unteren Dichtungskopf **2540** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden.

Der Lastdorn **2550** umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß **2600**, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien aus dem Fluiddurchlaß **2590** in den Bereich außerhalb der Vorrichtung **2500** zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **2600** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxidharz, Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von beispielsweise von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der Aufweitungskonus **2555** ist mit dem äußeren Dichtungsdorn **2545** verbunden. Der Aufweitungskonus **2555** ist außerdem mit der Innenseite der Verschalung **2560** beweglich verbunden. Auf diese Weise laufen der obere Dichtungskopf **2535**, der äußere Dichtungsdorn **2545** und der Aufweitungskonus **2555** in der axialen Richtung hin und her. Die hin- und herlaufende Bewegung des Aufweitungskonus **2555** veranlaßt die Verschalung **2560** dazu, in der radialen Richtung aufzuweiten.

Der Aufweitungskonus **2555** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der Außenradius der zylindrischen Außenseite kann beispielsweise von etwa 2 bis 34 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Außenradius der konischen Außenseite von etwa 3 bis 28, um in optimaler Weise eine radiale Aufweitung für den größten Teil von rohrförmigen Auskleidungen bereitzustellen. Die axiale Länge des Aufweitungskonus **2555** kann beispielsweise von etwa dem 2- bis 8-fachen des größten Außendurchmessers des Aufweitungskonus **2535** betragen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die axiale Länge des Aufweitungskonus **2535** vom etwa 3- bis 5-fachen des größten Außendurchmessers des Aufweitungskonus **2535**, um in optimaler Weise eine Stabilisierung und Zentrierung des Aufweitungskonus **2555** während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform beträgt der Außendurchmesser des Aufweitungskonus **2555** zwischen etwa 95 bis 99% des Innen-

durchmessers der existierenden Schachtbohrung, mit welcher die Verschalung **2560** verbunden bzw. vereinigt werden soll. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Angriffswinkel des Aufweitungskonus **2555** von etwa 5 bis 30°, um in optimaler Weise Reibungskräfte und radiale Aufweitungskräfte auszugleichen. Der optimale Angriffswinkel des Aufweitungskonus **2555** variiert als Funktion der speziellen Betriebsmerkmale des Aufweitungs Vorgangs.

Der Aufweitungskonus **2555** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Maschinenwerkzeugstahl, Nitridstahl, Titan, Wolframcarbid, Keramik oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Aufweitungskonus **2555** aus D2-Maschinenstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Verschleißbeständigkeit und Beständigkeit gegenüber Grübchenkorrosion bereitzustellen. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform weist die Außenseite des Aufweitungskonus **2555** eine Oberflächenhärte auf, die von etwa 58 bis 62 Rockwell C reicht, um in optimaler Weise hohe Festigkeit und Verschleißbeständigkeit bereitzustellen.

Der Aufweitungskonus **2555** kann mit dem äußeren Dichtungsdorn **2545** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, amorphes Verbinden bzw. Kleben, oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Aufweitungskonus **2555** mit dem äußeren Dichtungsdorn **2545** unter Verwendung einer Standardgewindeverbindung verbunden, um in optimaler Weise hohe Festigkeit und problemlose Ersetzbarkeit des Aufweitungskonus **2555** bereitzustellen.

Die Verschalung **2560** ist mit dem Gleitelement **2555** und dem Aufweitungskonus **2555** lösbar verbunden. Die Verschalung **2560** umfaßt bevorzugt ein rohrförmiges Element. Die Verschalung **2560** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie beispielsweise aus geschlitzten Rohren, Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Verschalung **2560** aus Oilfield Country Tubular Goods hergestellt, erhältlich von verschiedenen ausländischen und inländischen Stahlwerken, um in optimaler Weise hohe Festigkeit unter Verwendung standardisierter Materialien bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das obere Ende **2665** der Verschalung **2560** einen dünnwandigen Abschnitt **2670** und ein äußeres ringförmiges Dichtungselement **2675**. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform beträgt die Wandungsdicke des dünnwandigen Abschnitts **2670** etwa 50 bis 100% der regulären Wandungsdicke der Verschalung **2560**. Auf diese Weise kann das obere Ende **2665** der Verschalung **2560** problemlos in radialer Richtung aufgeweitet und verformt werden, in innigem Kontakt mit dem unteren Ende eines existierenden Schachtbohrungs-Verschalungsabschnitts. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das untere Ende des existierenden Verschalungsabschnitts außerdem einen dünnwandigen Abschnitt. Auf diese Weise führt die radiale Aufweitung des dünnwandigen Abschnitts **2670** der Verschalung **2560** in den dünnwandigen Abschnitt der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung zu einer Schachtbohrungs-Verschalung mit im wesentlichen konstantem Innendurchmesser.

Das ringförmige Dichtungselement **2675** kann aus einer

beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Epoxidharz, Gummi, Metall oder Kunststoff. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das ringförmige Dichtungselement **2675** aus Stratalock-Epoxidharz hergestellt, um in optimaler Weise Zusammendrückbarkeit und Verschleißbeständigkeit bereitzustellen. Der Außendurchmesser des ringförmigen Dichtungselements **2675** reicht bevorzugt von etwa 70 bis 95% des Innendurchmessers des unteren Abschnitts der Schachtbohrungs-Verschalung, mit welcher die Verschalung **2560** verbunden bzw. vereinigt werden soll. Auf diese Weise stellt das ringförmige Dichtungselement **2670** nach der radialen Aufweitung in optimaler Weise eine Fluidichtung bereit und außerdem bevorzugt eine ausreichende Reibungskraft in Bezug auf die Innenseite des existierenden Schachtbohrungs-Verschalungsabschnitts während der radialen Aufweitung der Verschalung **2560** zur Abstützung der Verschalung **2560**.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das untere Ende **2680** der Verschalung **2560** einen dünnwandigen Abschnitt **2685** und ein äußeres ringförmiges Dichtungselement **2690**. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform beträgt die Wandungsdicke des dünnwandigen Abschnitts **2685** etwa 50 bis 100% der regulären Wandungsdicke der Verschalung **2560**. Auf diese Weise kann das untere Ende **2680** der Verschalung **2560** problemlos aufgeweitet und verformt werden. Auf diese Weise kann außerdem ein anderer Verschalungsabschnitt problemlos mit dem unteren Ende **2680** der Verschalung **2560** unter Verwendung eines radialen Aufweitungsprozesses verbunden werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das obere Ende des anderen Verschalungsabschnitts außerdem einen dünnwandigen Abschnitt. Auf diese Weise führt die radiale Aufweitung des dünnwandigen Abschnitts des oberen Endes der anderen Verschalung in den dünnwandigen Abschnitt **2685** des unteren Endes **2680** der Verschalung **2560** zu einer Schachtbohrungs-Verschalung im wesentlichen konstantem Innendurchmesser.

Das ringförmige Dichtungselement **2690** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungsmaterialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Gummi, Metall, Kunststoff oder Epoxidharz. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das ringförmige Dichtungselement **2690** aus Stratalock-Epoxidharz hergestellt, um in optimaler Weise Zusammendrückbarkeit und Verschleißbeständigkeit bereitzustellen. Der Außendurchmesser des ringförmigen Dichtungselements **2690** reicht bevorzugt von etwa 70 bis 95% des Innendurchmessers des unteren Abschnitts der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung, mit welcher die Verschalung **2560** verbunden bzw. vereinigt werden soll. Auf diese Weise stellt nach radialer Aufweitung das ringförmige Dichtungselement **2690** eine Fluidichtung bereit und außerdem eine ausreichende Reibungskraft mit bzw. in bezug auf die Innenwandung der Schachtbohrung während der radialen Aufweitung der Verschalung **2560** zur Abstützung der Verschalung **2560**.

Während des Betriebs wird die Vorrichtung **2500** bevorzugt in einer Schachtbohrung positioniert, wobei das obere Ende **2685** der Verschalung **2560** in überlappender Beziehung mit dem unteren Ende der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung angeordnet wird. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform hält der dünnwandige Abschnitt **2670** der Verschalung **2560** in gegenüberliegender Überlappungsbeziehung mit dem dünnwandigen Abschnitt des äußeren ringförmigen Dichtungselements des unteren Endes des existierenden Schachtbohrungs-Verschalungsabschnitts positioniert. Auf diese Weise drückt die radiale Aufweitung

der Verschalung **2560** die dünnwandigen Abschnitte und die ringförmigen zusammendrückbaren Elemente des oberen Endes **2665** der Verschalung **2560** und das untere Ende der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung in innigen Kontakt miteinander zusammen. Während der Positionierung der Vorrichtung **2500** in der Schachtbohrung wird die Verschalung **2560** durch den Aufweitungskonus **2555** abgestützt.

Nach Positionierung der Vorrichtung **2500** wird ein erstes Fluidmaterial daraufhin in den Fluiddurchlaß **2565** gepumpt. Das erste Fluidmaterial kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien umfassen, wie etwa beispielsweise Zement, Wasser, Schlackengemisch, Epoxidharz oder Bohrschlamm. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das erste Fluidmaterial ein aushärtbares Fluidichtungsmaterial, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxidharz oder Schlackengemisch, um in optimaler Weise einen aushärtbaren äußeren ringförmigen Körper um die aufgeweitete Verschalung **2560** herum bereitzustellen.

Das erste Fluidmaterial kann in den Fluiddurchlaß **2565** mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt werden, die beispielsweise von etwa 0 bis 4.500 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das erste Fluidmaterial in den Fluiddurchlaß **2565** mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt, die von etwa 0 bis 3.500 psi bzw. 0 bis 1.200 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise betriebsmäßige Effizienz bereitzustellen.

Das erste Fluidmaterial, welches in den Durchlaß **2565** gepumpt wird, durchsetzt die Fluiddurchlässe **2570**, **2575**, **2580**, **2590**, **2600** und gelangt daraufhin zur Außenseite der Vorrichtung **2500**. Das erste Fluidmaterial füllt daraufhin bevorzugt den ringförmigen Bereich zwischen der Außenseite der Vorrichtung **2500** und den Innenwänden der Schachtbohrung.

Der Stopfen **2655** wird daraufhin in den Fluiddurchlaß **2565** eingeführt. Der Stopfen **2655** wird in dem Verengungsdurchlaß **2650** aufgenommen und isoliert und versperrt fluidmäßig den Fluiddurchlaß **2590**. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden daraufhin mehrere Volumina eines nicht aushärtbaren Fluidmaterials in den Fluiddurchlaß **2565** gepumpt, um jegliches aushärtbare Fluidmaterial zu entfernen, welches darin enthalten ist, und um sicherzustellen, daß keine der Fluiddurchlässe blockiert ist.

Ein zweites Fluidmaterial wird daraufhin in den Fluiddurchlaß **2565** gepumpt. Das zweite Fluidmaterial kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien umfassen, wie etwa beispielsweise Wasser, Bohrgase, Bohrschlamm oder Schmiermittel. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das zweite Fluidmaterial ein nicht aushärtbares Fluidmaterial, wie etwa beispielsweise Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, um in optimaler Weise ein Unterdrucksetzen der Druckkammer **2660** und minimale Reibung bereitzustellen.

Das zweite Fluidmaterial kann in die Fluiddurchlässe **2565** mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt werden, die beispielsweise von etwa 0 bis 4.500 psi bzw. 0 bis 4.500 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das zweite Fluidmaterial in den Fluiddurchlaß **2565** mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt, die von etwa 0 bis 3.500 psi bzw. 0 bis 1.200 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise betriebsmäßige Effizienz bereitzustellen.

Das zweite Fluidmaterial, das in die Fluiddurchlässe **2565** gepumpt wird, durchsetzt die Fluiddurchlässe **2570**, **2575**, **2580**, **2590** und gelangt in die Druckkammern **2605** der Gleitelemente **2525** und in die Druckkammer **2660**. Fortge-

setztes Pumpen des zweiten Fluidmaterials setzt die Druckkammern **2605** und **2660** unter Druck.

Das Unterdrucksetzen der Druckkammern **2605** veranlaßt die Gleitelemente **2525** dazu, in der radialen Richtung aufzuweiten und die Innenseite der Verschalung **2560** zu ergreifen. Die Verschalung **2560** wird daraufhin bevorzugt in im wesentlichen stationärer Position gehalten.

Das Unterdrucksetzen der Druckkammer **2660** veranlaßt den oberen Dichtungskopf **2535**, den äußeren Dichtungsdorn **2545** und den Aufweitungskonus **2555**, sich in axialer Richtung relativ zu der Verschalung **2560** zu bewegen. Auf diese Weise veranlaßt der Aufweitungskonus **2555** die Verschalung **2560** dazu, in der radialen Richtung aufzuweiten, beginnend mit dem unteren Ende **2685** der Verschalung **2560**.

Während des radialen Aufweitungsprozesses wird die Verschalung **2560** durch die Gleitelemente **2525** daran gehindert, sich in einer Aufwärtsrichtung zu bewegen. Eine Länge der Verschalung **2560** wird daraufhin in der radialen Richtung durch das Unterdrucksetzen der Druckkammer **2660** aufgeweitet. Die Länge der Verschalung **2560**, die während des Aufweitungsprozesses aufgeweitet wird, ist proportional zur Hublänge des oberen Dichtungskopfs **2535**, des äußeren Dichtungsdorns **2545** und des Aufweitungskonus **2555**.

Bei Beendigung eines Hubs wird der Betriebsdruck des zweiten Fluidmaterials verringert und der obere Dichtungskopf **2535**, der äußere Dichtungsdorn **2545** und der Aufweitungskonus **2555** fallen in ihre Ruhepositionen, wobei die Verschalung **2560** durch den Aufweitungskonus **2555** abgestützt ist. Die Position des Bohrrohrs **2505** wird bevorzugt eingestellt während des gesamten radialen Aufweitungsprozesses, um die Überlappungsbeziehung zwischen den dünnwandigen Abschnitten des unteren Endes der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung und dem oberen Ende der Verschalung **2560** beizubehalten. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird daraufhin die Hubbewegung des Aufweitungskonus **2555** wiederholt, falls erforderlich, bis der dünnwandige Abschnitt **2670** des oberen Endes **2665** der Verschalung **2560** in den dünnwandigen Abschnitt des unteren Endes der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung aufgeweitet ist. Auf diese Weise wird eine Schachtbohrungs-Verschalung gebildet, die zwei benachbarte Verschalungsabschnitte mit im wesentlichen konstantem Innendurchmesser umfaßt. Dieser Prozeß kann daraufhin für die gesamte Schachtbohrung wiederholt werden, um eine Schachtbohrungs-Verschalung bereitzustellen, die mehrere tausend Fuß Länge und im wesentlichen konstanten Innendurchmesser aufweist.

Während des abschließenden Hubs des Aufweitungskonus **2555** werden gemäß einer bevorzugten Ausführungsform die Gleitelemente **2525** so nahe wie möglich an dem dünnwandigen Abschnitt **2670** des oberen Endes **2665** der Verschalung **2560** positioniert, um ein Gleiten bzw. Verrutschen zwischen der Verschalung **2560** und der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung am Ende des radialen Aufweitungsprozesses zu verhindern. Alternativ oder zusätzlich wird der Außendurchmesser des ringförmigen Dichtungselements **2665** gewählt, einen ausreichenden Grenzflächensitz mit dem Innendurchmesser des unteren Endes der existierenden Verschalung sicherzustellen, um eine axiale Verschiebung der Verschalung **2560** während des abschließenden Hubs zu verhindern. Alternativ oder zusätzlich wird der Außendurchmesser des ringförmigen Dichtungselements **2690** gewählt, um einen Grenzflächensitz mit den Innenwänden der Schachtbohrung zu einem früheren Zeitpunkt des radialen Aufweitungsprozesses bereitzustellen, um eine axiale Verschiebung der Verschalung **2560** zusätzlich zu

verhindern. Gemäß dieser abschließenden Alternative wird der Grenzflächensitz bevorzugt gewählt, um ein Aufweiten der Verschalung **2560** durch Ziehen des Aufweitungskonus **2555** aus der Schachtbohrung zu ermöglichen, ohne daß die Druckkammer **2660** unter Druck gesetzt werden muß.

Während des radialen Aufweitungsprozesses werden die unter Druck gesetzten Bereiche der Vorrichtung **2500** bevorzugt begrenzt durch die Fluiddurchlässe **2565**, **2570**, **2575**, **2580** und **2590**, die Druckkammern **2605** innerhalb der Gleitelemente **2525** und die Druckkammer **2660**.

Kein Fluiddruck wirkt direkt auf die Verschalung **2560**. Dies erlaubt die Verwendung von Betriebsdrücken, die höher sind als diejenigen, welchen die Verschalung **2560** normalerweise zu widerstehen vermag.

Sobald die Verschalung **2560** von dem Aufweitungskonus **2555** vollständig weggepreßt worden ist, werden die verbleibenden Abschnitte der Vorrichtung **2500** aus der Schachtbohrung entfernt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Kontaktdruck zwischen den verformten dünnwandigen Abschnitten und den zusammendrückbaren ringförmigen Elementen des unteren Endes der existierenden Verschalung und des oberen Endes **2665** der Verschalung **2560** von etwa 400 bis 10.000 psi, um in optimaler Weise eine Abstützung der Verschalung **2560** unter Verwendung der existierenden Schachtbohrungs-Verschaltung bereitzustellen.

Auf diese Weise wird die Verschalung **2560** in Kontakt mit einem existierenden Abschnitt der Verschalung durch Unterdrucksetzen der inneren Fluiddurchlässe **2565**, **2570**, **2575**, **2580** und **2590**, der Druckkammern der Gleitelemente **2605** und der Druckkammer **2660** der Vorrichtung **2500** radial aufgeweitet.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird, falls erforderlich, der ringförmige Körper aus aushärtbarem Fluidmaterial daraufhin aushärten gelassen, um einen steifen bzw. starren äußeren ringförmigen Körper um die aufgeweitete Verschalung **2560** bereitzustellen. In dem Fall, daß die Verschalung **2560** geschlitzt ist, durchsetzt das ausgehärtete Fluidmaterial bevorzugt die aufgeweitete Verschalung **2560** und umhüllt sie. Der resultierende neue Schachtbohrungs-Verschaltungsabschnitt umfaßt die aufgeweitete Verschalung **2560** und den starren äußeren ringförmigen Körper. Die Überlappungsverbindung zwischen der bereits existierenden Schachtbohrungs-Verschaltung und der aufgeweiteten Verschalung **2560** umfaßt die verformten dünnwandigen Abschnitte und die zusammendrückbaren äußeren ringförmigen Körper. Der Innendurchmesser der resultierenden kombinierten Schachtbohrungs-Verschaltungen ist im wesentlichen konstant. Auf diese Weise wird eine Schachtbohrungs-Verschaltung mit durchgehend gleichem Durchmesser gebildet. Dieser Prozeß des Aufweitens sich überlappender rohrförmiger Elemente, die dünnwandige Endabschnitte aufweisen, mit zusammendrückbaren ringförmigen Körpern in Kontakt, kann für die gesamte Länge einer Schachtbohrung wiederholt werden. Auf diese Weise kann eine Schachtbohrung mit durchgehend gleichem Durchmesser für tausende Fuß in einer unterirdischen Formation bereitgestellt werden.

Wenn der Aufweitungskonus **2555** sich dem oberen Ende **2665** der Verschalung **2560** nähert, wird gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Betriebsdruck des zweiten Fluidmaterials verringert, um einen Stoß auf die Vorrichtung **2500** zu verringern. Gemäß einer alternativen Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung **2500** einen Stoßabsorber zum Absorbieren des Stoßes, der durch die Beendigung der radialen Aufweitung der Verschalung **2560** erzeugt wird.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der verringerte Betriebsdruck des zweiten Fluidmaterials von

etwa 100 bis 1.000 psi, wenn der Aufweitungskonus **2555** sich dem Ende der Verschalung **2560** nähert, um in optimaler Weise eine verringerte axiale Bewegung und Geschwindigkeit des Aufweitungskonus **2555** bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Betriebsdruck des zweiten Fluidmaterials während des Rückstellhubs der Vorrichtung **2500** auf den Bereich von etwa 0 bis 500 psi verringert, um den Widerstand bzw. die Beständigkeit gegenüber der Bewegung des Aufweitungskonus **2555** während des Rückstellhubs zu minimieren. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Hublänge der Vorrichtung **2500** von etwa 10 bis 45 Fuß, um in optimaler Weise Anlagenlängen bereitzustellen, die problemlos unter Verwendung typischer Ölbohrhandhabungseinrichtungen gehandhabt werden kann, und außerdem die Frequenz minimieren kann, mit welcher die Vorrichtung **2500** erneut in Hubbewegung versetzt werden muß.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform umfaßt zumindest ein Teil des oberen Dichtungskopfs **2535** einen Aufweitungskonus zum radialen Aufweiten der Verschalung **2560** während des Betriebs der Vorrichtung **2500**, um den Oberflächenbereich der Verschalung **2560** zu vergrößern, auf welchen während des radialen Aufweitungsprozesses eingewirkt wird. Auf diese Weise können die Betriebsdrücke verringert werden.

Alternativ kann die Vorrichtung **2500** verwendet werden, um einen ersten Rohrleitungsabschnitt mit einem existierenden Rohrleitungsabschnitt zu verbinden bzw. zu vereinigen. Alternativ kann die Vorrichtung **2500** verwendet werden, um das Innere einer Schachtbohrung direkt mit einer Verschalung auszukleiden, und zwar ohne die Verwendung einer äußeren ringförmigen Schicht aus einem aushärtbaren Material. Alternativ kann die Vorrichtung **2500** verwendet werden, um ein rohrförmiges Tragelement in einem Loch aufzuweiten.

Anhand von **Fig. 19**, **19a** und **19b** wird eine weitere Ausführungsform einer Vorrichtung **2700** zum Aufweiten eines rohrförmigen Elements nunmehr erläutert. Die Vorrichtung **2700** umfaßt bevorzugt ein Bohrrohr **2705**, einen Innengestängeadapter **2710**, eine Dichtungsbuchse **2715**, einen ersten Dichtungsdorn **2720**, einen ersten oberen Dichtungskopf **2725**, einen ersten unteren Dichtungskopf **2730**, einen ersten äußeren Dichtungsdorn **2735**, einen zweiten inneren Dichtungsdorn **2740**, einen zweiten oberen Dichtungskopf **2745**, einen zweiten unteren Dichtungskopf **2750**, einen zweiten äußeren Dichtungsdorn **2755**, einen Lastdorn **2760**, einen Aufweitungskonus **2765**, eine Dornstarteinrichtung **2770**, einen mechanischen Gleitkörper **2775**, mechanische Gleitelemente **2780**, Schleppblöcke **2785**, eine Verschalung **2790** und Fluiddurchlässe **2795**, **2800**, **2805**, **2810**, **2815**, **2820**, **2825** und **2830**.

Das Bohrrohr **2705** wird mit dem Innengestängeadapter **2710** verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung **2700** trägt das Bohrrohr **2705** die Vorrichtung **2700**. Das Bohrrohr **2705** kann bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente umfassen. Das Bohrrohr **2705** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder andere ähnlich hochfeste Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Bohrrohr **2705** aus einem Spiralrohr hergestellt, um die Platzierung der Vorrichtung **2700** in nicht vertikalen Schachtbohrungen zu erleichtern. Das Bohrrohr **2705** kann mit dem Innengestängeadapter **2710** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise

einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Bohrrrohr **2705** mit dem Innengestängeadapter **2710** durch eine Bohrrrohrverbindung lösbar verbunden, um in optimaler Weise hohe Festigkeit und problemlose Demontierbarkeit zu ermöglichen.

Das Bohrrrohr **2705** umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß **2795**, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien von einer Oberflächenstelle in den Fluiddurchlaß **2800** zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **2795** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxidharz, Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der Innengestängeadapter **2710** ist mit dem Bohrgestänge **2705** und der Dichtungsbuchse **2715** verbunden. Der Innengestängeadapter **2710** umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Der Innengestängeadapter **2710** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Innengestängeadapter **2710** aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen niedriger Reibung bereitzustellen.

Der Innengestängeadapter **2710** kann mit dem Bohrgestänge **2705** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Innengestängeadapter **2710** mit dem Bohrrrohr **2705** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden, um in optimaler Weise hohe Festigkeit und problemlose Demontierbarkeit zu gewährleisten. Der Innengestängeadapter **2710** kann mit der Dichtungsbuchse **2715** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsgewindeverbindung oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Innengestängeadapter **2710** mit der Dichtungsbuchse **2715** durch eine Standardgewindeverbindung verbunden.

Der Innengestängeadapter **2710** umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß **2800**, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien aus dem Fluiddurchlaß **2795** in den Fluiddurchlaß **2805** zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **2800** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxidharz, Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Die Dichtungsbuchse **2715** ist mit dem Innengestängeadapter **2710** und dem ersten inneren Dichtungsdorn **2720** verbunden. Die Dichtungsbuchse **2715** umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Die Dichtungsbuchse **2715** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegie-

rungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dichtungsbuchse **2715** aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen niedriger Reibung bereitzustellen.

Die Dichtungsbuchse **2715** kann mit dem Innengestängeadapter **2710** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, amorphes Verbinden bzw. Kleben, oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dichtungsbuchse **2715** mit dem Innengestängeadapter **2710** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Die Dichtungsbuchse **2715** kann mit dem ersten inneren Dichtungsdorn **2720** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, amorphes Verbinden bzw. Kleben, oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dichtungsbuchse **2715** mit dem Innengestängeadapter **2710** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden.

Die Dichtungsbuchse **2715** umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß **2802**, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien aus dem Fluiddurchlaß **2800** in den Fluiddurchlaß **2805** zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **2802** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxidharz, Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der erste innere Dichtungsdorn **2720** ist mit der Dichtungsbuchse **2715** und dem ersten unteren Dichtungskopf **2730** verbunden. Der erste innere Dichtungsdorn **2720** umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Der erste innere Dichtungsdorn **2720** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste innere Dichtungsdorn **2720** aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen niedriger Reibung bereitzustellen.

Der erste innere Dichtungsdorn **2720** kann mit der Dichtungsbuchse **2715** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, amorphes Verbinden bzw. Kleben, oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste innere Dichtungsdorn **2720** mit der Dichtungsbuchse **2715** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Der erste innere Dichtungsdorn **2720** kann mit dem ersten unteren Dichtungskopf **2730** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, amorphes Verbinden bzw. Kleben, oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der er-

ste innere Dichtungsdorn **2720** mit dem ersten unteren Dichtungskopf **2730** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden.

Der erste innere Dichtungsdorn **2720** umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß **2805**, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien aus dem Fluiddurchlaß **2802** in den Fluiddurchlaß **2810** zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **2805** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxidharz, Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der erste obere Dichtungskopf **2725** ist mit dem ersten äußeren Dichtungsdorn **2735**, dem zweiten oberen Dichtungskopf **2745**, dem zweiten äußeren Dichtungskopf **2755** und dem Aufweitungskonus **2765** verbunden. Der erste obere Dichtungskopf **2725** ist außerdem mit der Innenseite des ersten inneren Dichtungsdorns **2720** und der Innenseite der Verschalung **2790** beweglich verbunden. Auf diese Weise läuft der erste obere Dichtungskopf **2725** in der axialen Richtung hin und her. Der radiale Freiraum bzw. das radiale Spiel zwischen der zylindrischen Innenseite des ersten oberen Dichtungskopfs **2725** und der Außenseite des ersten inneren Dichtungsdorns **2720** kann beispielsweise von etwa 0,0025 bis 0,05 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der zylindrischen Innenseite des ersten oberen Dichtungskopfs **2725** und der Außenseite des ersten inneren Dichtungsdorns **2720** von etwa 0,005 bis 0,125 Inch, um in optimaler Weise minimalen radialen Freiraum bereitzustellen. Der radiale Freiraum zwischen der zylindrischen Außenseite des ersten oberen Dichtungskopfs **2725** und der Innenseite der Verschalung **2790** kann beispielsweise von etwa 0,025 bis 0,375 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der zylindrischen Außenseite des ersten oberen Dichtungskopfs **2725** und der Innenseite der Verschalung **2790** von etwa 0,025 bis 0,125 Inch, um in optimaler Weise eine Stabilisierung für den Aufweitungskonus **2765** während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen.

Der erste obere Dichtungskopf **2725** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der erste obere Dichtungskopf **2725** kann aus Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste obere Dichtungskopf **2725** aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen niedriger Reibung bereitzustellen. Die Innenseite des ersten oberen Dichtungskopfs **2725** umfaßt bevorzugt ein oder mehrere ringförmige Dichtungselemente **2835** zum Abdichten der Grenzfläche zwischen dem ersten oberen Dichtungskopf **2725** und dem ersten inneren Dichtungsdorn **2720**. Die Dichtungselemente **2835** können einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen ringförmigen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **2835** Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für lange axiale Hübe bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der erste obere Dichtungskopf **2725** eine Schulter **2840** zum Abstützen des ersten oberen Dichtungskopfs **2725** auf dem ersten unteren Dichtungskopf **2730**.

Der erste obere Dichtungskopf **2725** kann mit dem ersten

äußeren Dichtungsdorn **2735** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrröhrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, amorphes Verbinden bzw. Kleben, oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste obere Dichtungskopf **2725** mit dem ersten äußeren Dichtungsdorn **2735** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem ersten oberen Dichtungskopf **2725** und dem äußeren Dichtungsdorn **2735** ein oder mehrere Dichtungselemente **2845** zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem ersten oberen Dichtungskopf **2725** und dem ersten äußeren Dichtungsdorn **2735**. Die Dichtungselemente **2845** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **2845** Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für lange axiale Hübe bereitzustellen.

Der erste untere Dichtungskopf **2730** ist mit dem ersten inneren Dichtungsdorn **2720** und dem zweiten inneren Dichtungsdorn **2740** verbunden. Der erste untere Dichtungskopf **2730** ist mit der Innenseite des ersten äußeren Dichtungsdorns **2735** beweglich verbunden. Auf diese Weise laufen der erste obere Dichtungskopf **2725** und der erste äußere Dichtungsdorn **2735** in der axialen Richtung hin und her. Der radiale Freiraum bzw. das radiale Spiel zwischen der Außenseite des ersten unteren Dichtungskopfs **2730** und der Innenseite des ersten äußeren Dichtungsdorns **2735** kann beispielsweise von etwa 0,0025 bis 0,05 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Außenseite des ersten unteren Dichtungskopfs **2730** und der Innenseite des ersten äußeren Dichtungsdorns **2735** von etwa 0,005 bis 0,01 Inch, um in optimaler Weise minimalen radialen Freiraum bereitzustellen.

Der erste untere Dichtungskopf **2730** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der erste untere Dichtungskopf **2730** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der untere Dichtungskopf **2730** aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen geringer Reibung bereitzustellen. Die Außenseite des ersten unteren Dichtungskopfs **2730** umfaßt bevorzugt ein oder mehrere ringförmige Dichtungselemente **2850** zum Abdichten der Grenzfläche zwischen dem ersten unteren Dichtungskopf **2730** und dem ersten äußeren Dichtungsdorn **2735**. Die Dichtungselemente **2850** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **2850** Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für lange axiale Hübe bereitzustellen.

Der erste untere Dichtungskopf **2730** kann mit dem ersten inneren Dichtungsdorn **2720** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen

mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa speziellen Gewindeverbindungen aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, amorphes Verbinden bzw. Kleben, oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste untere Dichtungskopf **2730** mit dem ersten inneren Dichtungsdorn **2720** durch eine Gewindeverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem ersten unteren Dichtungskopf **2730** und dem ersten inneren Dichtungsdorn **2720** ein oder mehrere Dichtungselemente **2855** zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem ersten unteren Dichtungskopf **2730** und dem ersten inneren Dichtungsdorn **2720**. Die Dichtungselemente **2855** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **2855** Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für lange axiale Hübe bereitzustellen.

Der erste untere Dichtungskopf **2730** kann mit dem zweiten inneren Dichtungsdorn **2740** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, amorphes Verbinden bzw. Kleben, oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der untere Dichtungskopf **2730** mit dem zweiten inneren Dichtungsdorn **2740** durch eine Gewindeverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem ersten unteren Dichtungskopf **2730** und dem zweiten inneren Dichtungsdorn **2740** ein oder mehrere Dichtungselemente **2860** zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem ersten unteren Dichtungskopf **2730** und dem zweiten inneren Dichtungsdorn **2740**. Die Dichtungselemente **2860** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **2860** Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für lange axiale Hübe bereitzustellen.

Der erste äußere Dichtungsdorn **2735** ist mit dem ersten oberen Dichtungskopf **2725**, dem zweiten oberen Dichtungskopf **2745**, dem zweiten äußeren Dichtungsdorn **2755** und dem Aufweitungskonus **2765** verbunden. Der erste äußere Dichtungsdorn **2735** ist außerdem mit der Innenseite der Verschalung **2790** und der Außenseite des ersten unteren Dichtungskopfs **2730** beweglich verbunden. Auf diese Weise laufen der erste obere Dichtungskopf **2725**, der erste äußere Dichtungsdorn **2735**, der zweite obere Dichtungskopf **2745**, der zweite äußere Dichtungsdorn **2755** und der Aufweitungskonus **2765** in der axialen Richtung hin und her. Der radiale Freiraum zwischen der Außenseite des ersten äußeren Dichtungsdorns **2735** und der Innenseite der Verschalung **2790** kann beispielsweise von etwa 0,025 bis 0,375 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Außenseite des ersten äußeren Dichtungsdorns **2735** und der Innenseite der Verschalung **2790** von etwa 0,025 bis 0,125 Inch, um in optimaler Weise eine Stabilisierung für den Aufweitungskonus **2765** während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen. Der radiale Freiraum zwischen der Innenseite des ersten äußeren Dichtungsdorns **2735** und der Außenseite des ersten

unteren Dichtungskopfs **2730** kann beispielsweise von etwa 0,0025 bis 0,05 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Innenseite des ersten äußeren Dichtungsdorns **2735** und der Außenseite des ersten unteren Dichtungskopfs **2730** von etwa 0,005 bis 0,01 Inch, um in optimaler Weise einen minimalen radialen Freiraum bzw. ein minimales radiales Spiel bereitzustellen.

Der äußere Dichtungsdorn **1935** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der erste äußere Dichtungsdorn **2735** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste äußere Dichtungsdorn **2735** aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen niedriger Reibung bereitzustellen.

Der erste äußere Dichtungsdorn **2735** kann mit dem ersten oberen Dichtungskopf **2725** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, amorphes Verbinden bzw. Kleben, oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste äußere Dichtungsdorn **2735** mit dem ersten oberen Dichtungskopf **2725** durch eine Standardgewindeverbindung verbunden. Der erste äußere Dichtungsdorn **2735** kann mit dem zweiten oberen Dichtungskopf **2745** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, amorphes Verbinden bzw. Kleben, oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste äußere Dichtungsdorn **2735** mit dem zweiten oberen Dichtungskopf **2745** unter Verwendung einer Standardgewindeverbindung verbunden.

Der zweite innere Dichtungsdorn **2740** ist mit dem ersten unteren Dichtungskopf **2730** und dem zweiten unteren Dichtungskopf **2750** verbunden. Der zweite innere Dichtungsdorn **2740** umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Der zweite innere Dichtungsdorn **2740** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite innere Dichtungsdorn **2740** aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen niedriger Reibung bereitzustellen.

Der zweite innere Dichtungsdorn **2740** kann mit dem ersten unteren Dichtungskopf **2730** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, amorphes Verbinden bzw. Kleben, oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite innere Dichtungsdorn **2740** mit dem ersten unteren Dichtungskopf **2730** durch eine Standardgewindeverbindung verbunden. Die mechanische Kupplung zwischen dem zweiten inneren Dichtungsdorn **2740** und dem ersten unteren

ren Dichtungskopf **2730** umfaßt bevorzugt Dichtungselemente **2860**.

Der zweite innere Dichtungsdorn **2740** kann mit dem zweiten unteren Dichtungskopf **2750** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, amorphes Verbinden bzw. Kleben, oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite innere Dichtungsdorn **2740** lösbar mit dem zweiten unteren Dichtungskopf **2750** durch eine Standardgewindeverbindung verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem zweiten inneren Dichtungsdorn **2740** und dem zweiten unteren Dichtungskopf **2750** ein oder mehrere Dichtungselemente **2865**. Die Dichtungselemente **2865** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **2865** Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals.

Der zweite innere Dichtungsdorn **2740** umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß **2810**, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien von dem Fluiddurchlaß **2805** in den Fluiddurchlaß **2815** zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **2810** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxidharz, Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der zweite obere Dichtungskopf **2745** ist mit dem ersten oberen Dichtungskopf **2725**, dem ersten äußeren Dichtungsdorn **2735**, dem zweiten äußeren Dichtungsdorn **2755** und dem Aufweitungskonus **2765** verbunden. Der zweite obere Dichtungskopf **2745** ist außerdem mit der Außenseite des zweiten inneren Dichtungsdorns **2740** und der Innenseite der Verschalung **2790** beweglich verbunden. Auf diese Weise läuft der zweite obere Dichtungskopf **2745** in der axialen Richtung hin und her. Der radiale Freiraum bzw. das radiale Spiel zwischen der zylindrischen Innenseite des zweiten oberen Dichtungskopfs **2745** und der Außenseite des zweiten inneren Dichtungsdorns **2740** kann beispielsweise von etwa 0,0025 bis 0,05 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der zylindrischen Innenseite des zweiten oberen Dichtungskopfs **2745** und der Außenseite des zweiten inneren Dichtungsdorns **2740** von etwa 0,005 bis 0,01 Inch, um in optimaler Weise minimalen radialen Freiraum bereitzustellen. Der radiale Freiraum bzw. das radiale Spiel zwischen der zylindrischen Außenseite des zweiten oberen Dichtungskopfs **2745** und der Innenseite der Verschalung **2790** kann beispielsweise von etwa 0,025 bis 0,375 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der zylindrischen Außenseite des zweiten oberen Dichtungskopfs **2745** und der Innenseite der Verschalung **2790** von etwa 0,025 bis 0,125 Inch, um in optimaler Weise eine Stabilisierung für den Aufweitungskonus **2765** während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen.

Der zweite obere Dichtungskopf **2745** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der zweite obere Dichtungskopf **2745** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten

Ausführungsform ist der zweite obere Dichtungskopf **2745** hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen niedriger Reibung bereitzustellen. Die Innenseite des zweiten oberen Dichtungskopfs **2745** umfaßt bevorzugt ein oder mehrere ringförmige Dichtungselemente **2870** zum Abdichten der Grenzfläche zwischen dem zweiten oberen Dichtungskopf **2745** und dem zweiten inneren Dichtungsdorn **2740**. Die Dichtungselemente **2870** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen ringförmigen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **2870** Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für lange axiale Hübe bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der zweite obere Dichtungskopf **2745** eine Schulter **2875** zum Abstützen des zweiten oberen Dichtungskopfs **2745** auf dem zweiten unteren Dichtungskopf **2750**.

Der zweite obere Dichtungskopf **2745** kann mit dem ersten äußeren Dichtungsdorn **2735** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsgewindeverbindung oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite obere Dichtungskopf **2745** mit dem ersten äußeren Dichtungsdorn **2735** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem zweiten unteren Dichtungskopf **2745** und dem ersten äußeren Dichtungsdorn **2735** ein oder mehrere Dichtungselemente **2880** zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem zweiten oberen Dichtungskopf **2745** und dem ersten äußeren Dichtungsdorn **2735**. Die Dichtungselemente **2880** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **2880** Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Der zweite obere Dichtungskopf **2745** kann mit dem zweiten äußeren Dichtungsdorn **2755** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite obere Dichtungskopf **2745** mit dem zweiten äußeren Dichtungsdorn **2755** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem zweiten oberen Dichtungskopf **2745** und dem zweiten äußeren Dichtungsdorn **2755** ein oder mehrere Dichtungselemente **2885** zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem zweiten oberen Dichtungskopf **2745** und dem zweiten äußeren Dichtungsdorn **2755**. Die Dichtungselemente **2885** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **2885** Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in op-

timaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Der zweite untere Dichtungskopf **2750** kann mit dem Lastdorn **2760** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsgewindeverbindung oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite untere Dichtungskopf **2750** mit dem Lastdorn **2760** durch eine Standardgewindeverbindung verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem zweiten unteren Dichtungskopf **2750** und dem Lastdorn **2760** ein oder mehrere Dichtungselemente **2900** zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem zweiten unteren Dichtungskopf **2750** und dem Lastdorn **2760**. Die Dichtungselemente **2900** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **2900** Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für lange axiale Hübe bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der zweite untere Dichtungskopf **2750** einen Verengungsdurchlaß **2905**, der zwischen die Fluiddurchlässe **2810** und **2815** fluidmäßig geschaltet ist. Der Verengungsdurchlaß **2905** besitzt bevorzugt verringerte Größe und ist dazu ausgelegt, einen Stopfen **2910** oder eine ähnliche Einrichtung aufzunehmen und in Eingriff mit diesem bzw. dieser zu gelangen. Auf diese Weise wird der Fluiddurchlaß **2810** von dem Fluiddurchlaß **2815** fluidmäßig isoliert. Auf diese Weise werden die Druckkammern **2915** und **2920** unter Druck gesetzt. Die Verwendung von mehreren Druckkammern in der Vorrichtung **2700** erlaubt es, daß die effektive Antriebskraft multipliziert wird. Während die Verwendung eines Paares von Druckkammern **2915** und **2920** dargestellt ist, kann die Vorrichtung **2700** durch Verwendung zusätzlicher Druckkammern modifiziert sein.

Der zweite Dichtungsdorn **2755** ist mit dem ersten oberen Dichtungsdorn **2725**, dem ersten äußeren Dichtungsdorn **2735**, dem zweiten oberen Dichtungskopf **2745** und dem Aufweitungskonus **2765** verbunden. Der zweite äußere Dichtungsdorn **2755** ist außerdem mit der Innenseite der Verschalung **2790** und der Außenseite des zweiten unteren Dichtungskopfs **2750** beweglich verbunden. Auf diese Weise laufen der erste obere Dichtungskopf **2725**, der äußere Dichtungsdorn **2735**, der zweite obere Dichtungskopf **2745**, der zweite äußere Dichtungsdorn **2755** und der Aufweitungskonus **2765** in der axialen Richtung hin und her.

Der radiale Freiraum zwischen der Außenseite des zweiten äußeren Dichtungsdorns **2755** und der Innenseite der Verschalung **2790** kann beispielsweise von etwa 0,025 bis 0,375 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Außenseite des zweiten äußeren Dichtungsdorns **2755** und der Innenseite der Verschalung **2790** von etwa 0,025 bis 0,125 Inch, um in optimaler Weise eine Stabilisierung für den Aufweitungskonus **2765** während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen. Der radiale Freiraum zwischen der Innenseite des zweiten äußeren Dichtungsdorns **2755** und der Außenseite des zweiten unteren Dichtungskopfs **2750** kann beispielsweise von etwa 0,0025 bis 0,05 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Innenseite des zweiten äußeren Dichtungs-

tungsdorns **2755** und der Außenseite des zweiten unteren Dichtungskopfs **2750** von etwa 0,005 bis 0,01 Inch, um in optimaler Weise einen minimalen radialen Freiraum bereitzustellen.

Der zweite äußere Dichtungsdorn **2755** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der zweite äußere Dichtungsdorn **2755** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niederlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite äußere Dichtungsdorn **2755** aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen niedriger Reibung bereitzustellen.

Der zweite äußere Dichtungsdorn **2755** kann mit dem zweiten oberen Dichtungskopf **2745** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsgewindeverbindung oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite äußere Dichtungsdorn **2755** mit dem zweiten oberen Dichtungskopf **2745** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Der zweite äußere Dichtungsdorn **2755** kann mit dem Aufweitungskonus **2765** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsgewindeverbindung oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite äußere Dichtungsdorn **2755** mit dem Aufweitungskonus **2765** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden.

Der Lastdorn **2760** ist mit dem zweiten unteren Dichtungskopf **2750** und dem mechanischen Gleitkörper **2755** verbunden. Der Lastdorn **2760** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der Lastdorn **2760** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niederlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Lastdorn **2760** aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen niedriger Reibung bereitzustellen.

Der Lastdorn **2760** kann mit dem zweiten unteren Dichtungskopf **2750** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsgewindeverbindung oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Lastdorn **2760** mit dem zweiten unteren Dichtungskopf **2750** durch eine Standardgewindeverbindung verbunden. Der Lastdorn **2760** kann mit dem mechanischen Gleitkörper **2775** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsgewindeverbindung oder einer Stan-

dardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Lastdorn **2760** mit dem mechanischen Gleitkörper **2775** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Der Lastdorn **2760** umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß **2815**, der dazu geeignet ist, Fluidmaterialien aus dem Fluiddurchlaß **2810** zu dem Fluiddurchlaß **2820** zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **2810** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxidharz, Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der Aufweitungskonus **2765** ist mit dem zweiten äußeren Dichtungsdorn **2755** verbunden. Der Aufweitungskonus **2765** ist außerdem mit der Innenseite der Verschalung **2790** beweglich verbunden. Auf diese Weise laufen der erste obere Dichtungskopf **2725**, der erste äußere Dichtungsdorn **2735**, der zweite obere Dichtungskopf **2745**, der zweite äußere Dichtungsdorn **2755** und der Aufweitungskonus **2765** in der axialen Richtung hin und her. Die hin- und herlaufende Bewegung des Aufweitungskonus **2765** veranlaßt die Verschalung **2790** dazu, in der radialen Richtung aufzuweiten.

Der Aufweitungskonus **2765** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und konischen Außenseiten. Der Außenradius der konischen Außenseite kann beispielsweise von etwa 2 bis 34 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Außenradius der konischen Außenseite von etwa 3 bis 28 Inch, um in optimaler Weise Aufweitungskonusabmessungen bereitzustellen, die für den typischen Bereich von Verschalungen geeignet sind. Die axiale Länge des Aufweitungskonus **2765** kann von beispielsweise etwa dem 2- bis 8-fachen des größten Außendurchmessers des Aufweitungskonus **2765** reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die axiale Länge des Aufweitungskonus **2765** von etwa dem 3- bis 5-fachen des größten Außendurchmessers des Aufweitungskonus **2765**, um in optimaler Weise eine Stabilisierung und Zentrierung des Aufweitungskonus **2765** bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Angriffswinkel des Aufweitungskonus **2765** von etwa 5 bis 30°, um in optimaler Weise Reibungskräfte und radiale Aufweitungskräfte auszugleichen.

Der Aufweitungskonus **2765** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise Maschinenwerkzeugstahl, Nitridstahl, Titan, Wolframcarbid, Keramik oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Aufweitungskonus **2765** aus D2-Maschinenstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit und Beständigkeit gegenüber Korrosion und Grübchenkorrosion zu vermeiden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist die Außenseite des Aufweitungskonus **2765** eine Oberflächenhärte auf, die von etwa 58 bis 62 Rockwell C reicht, um in optimaler Weise hohe Festigkeit und Beständigkeit gegenüber Verschleiß und Grübchenkorrosion aufzuweisen.

Der Aufweitungskonus **2765** kann mit dem zweiten äußeren Dichtungsdorn **2755** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsgewindeverbindung oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Aufweitungskonus **2765** mit dem zweiten äußeren Dichtungsdorn **2755** unter Verwendung einer Stan-

dardgewindeverbindung verbunden, um in optimaler Weise hohe Festigkeit und problemlose Austauschbarkeit des Aufweitungskonus **2765** bereitzustellen.

Die Dornstarteinrichtung **2770** ist mit der Verschalung **2790** verbunden. Die Dornstarteinrichtung **2770** umfaßt einen rohrförmigen Auskleidungsabschnitt mit verringerter Wandungsdicke im Vergleich zu der Verschalung **2790**. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform beträgt die Wandungsdicke der Dornstarteinrichtung **2770** etwa 50 bis 100% der Wandungsdicke der Verschalung **2790**. Die Wandungsdicke der Dornstarteinrichtung **2770** kann beispielsweise von etwa 0,15 bis 1,5 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Wandungsdicke der Dornstarteinrichtung **2770** von etwa 0,25 bis 0,75 Inch. Auf diese Weise wird die Einleitung der radialen Aufweitung der Verschalung **2790** erleichtert, und die Platzierung der Vorrichtung **2700** innerhalb der Schachtbohrungs-Verschalung und der Schachtbohrung wird erleichtert und die Dornstarteinrichtung **2770** besitzt eine Berstfestigkeit, die ungefähr gleich derjenigen der Verschalung **2790** ist.

Die Dornstarteinrichtung **2770** kann mit der Verschalung **2790** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Standardgewindeverbindung. Die Dornstarteinrichtung **2770** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, aus Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dornstarteinrichtung **2770** aus Oilfield Country Tubular Goods höherer Festigkeit hergestellt als diejenige der Verschalung **2790**; jedoch mit verringerter Wandungsdicke, um in optimaler Weise einen kleinen kompakten rohrförmigen Behälter mit einer Berstfestigkeit bereitzustellen, die ungefähr gleich derjenigen der Verschalung **2790** ist.

Der mechanische Gleitkörper **2775** ist mit dem Lastdorn **2760**, den mechanischen Gleitelementen **2780** und den Schleppblöcken **2785** verbunden. Der mechanische Gleitkörper **2775** umfaßt bevorzugt ein rohrförmiges Element mit einem inneren Durchlaß **2820**, der mit dem Durchlaß **2815** fluidmäßig verbunden ist. Auf diese Weise können Fluidmaterialien aus dem Durchlaß **2820** zu einem Bereich außerhalb der Vorrichtung gefördert werden.

Der mechanische Gleitkörper **2775** kann mit dem Lastdorn **2760** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der mechanische Gleitkörper **2775** mit dem Lastdorn **2760** unter Verwendung einer Standardgewindeverbindung lösbar verbunden, um in optimaler Weise hohe Festigkeit und problemlose Demontierbarkeit bereitzustellen. Der mechanische Gleitkörper **2775** kann mit den mechanischen Gleitelementen **2780** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der mechanische Gleitkörper **2775** mit den mechanischen Gleitelementen **2780** unter Verwendung von Gewindeverbindungen und Gleitstahlhalterungen entfernbar verbunden, um in optimaler Weise eine Befestigung bzw. Anbringung hoher Festigkeit bereitzustellen. Der mechanische Gleitkörper **2775** kann mit den Schleppblöcken **2785** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der mechanische Gleitkörper **2775** mit den Schleppblöcken **2785** unter Verwendung

von Gewindeverbindungen und Gleitstahlhalterungen lösbar verbunden, um in optimaler Weise eine Anbringung bzw. Befestigung hoher Festigkeit bereitzustellen.

Der mechanische Gleitkörper **2775** umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß **2820**, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien aus dem Fluiddurchlaß **2815** zu dem Bereich außerhalb der Vorrichtung **2700** zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **2820** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxidharz, Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Die mechanischen Gleitelemente **2780** sind mit der Außenseite des mechanischen Gleitkörpers **2775** verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung **2700** verhindern die mechanischen Gleitelemente **2780** eine Aufwärtsbewegung der Verschalung **2790** und der Dornstarteinrichtung **2770**. Auf diese Weise werden während der axial hin- und herlaufenden Bewegung des Aufweitungskonus **2765** die Verschalung **2790** und die Dornstarteinrichtung **2770** in einer im wesentlichen stationären Position gehalten. Auf diese Weise werden die Dornstarteinrichtung **2765** und die Verschalung **2790** sowie die Dornstarteinrichtung **2770** in der radialen Richtung durch die axiale Bewegung des Aufweitungskonus **2765** aufgeweitet.

Die mechanischen Gleitelemente **2780** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Gleitelementen umfassen, wie etwa beispielsweise mechanische RTTS-Dichtstück-Wolframcarbid-Gleitelemente, mechanische RTTS-Dichtstück-Gleitelemente vom Wicker-Typ oder rückgewinnbare obere mechanische Brücken-Stopfen-Wolframcarbid-Gleitelemente vom Modell 3L. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die mechanischen Gleitelemente **2780** mechanische RTTS-Dichtstück-Wolframcarbid-Gleitelemente, erhältlich von Halliburton Energy Services, um in optimaler Weise eine Beständigkeit bzw. Widerstand gegenüber einer axialen Bewegung der Verschalung **2790** und der Dornstarteinrichtung **2770** während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen.

Die Schleppblöcke **2785** sind mit der Außenseite des mechanischen Gleitkörpers **2775** verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung **2700** verhindern die Schleppblöcke **2785** eine Aufwärtsbewegung der Verschalung **2790** und der Dornstarteinrichtung **2770**. Auf diese Weise, während der axialen hin- und herlaufenden Bewegung des Aufweitungskonus **2765**, werden auf diese Weise die Verschalung **2790** und die Dornstarteinrichtung **2770** in im wesentlichen stationärer Position gehalten. Auf diese Weise werden die Dornstarteinrichtung **2770** und die Verschalung **2790** in der radialen Richtung durch die axiale Bewegung des Aufweitungskonus **2765** aufgeweitet.

Die Schleppblöcke **2785** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Gleitelementen umfassen, wie beispielsweise mechanische RTTS-Dichtstück-Schleppblöcke oder rückgewinnbare Brücken-Stopfen-Schleppblöcke vom Modell 3L. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Schleppblöcke **2785** mechanische RTTS-Dichtstück-Schleppblöcke, erhältlich von Halliburton Energy Services, um in optimaler Weise Beständigkeit bzw. Widerstand gegenüber einer axialen Bewegung der Verschalung **2790** und der Dornstarteinrichtung **2770** während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen.

Die Verschalung **2790** ist mit der Dornstarteinrichtung **2770** verbunden. Die Verschalung **2790** ist außerdem lösbar mit den mechanischen Gleitelementen **2780** und den

Schleppblöcken **2785** verbunden. Die Verschalung **2790** umfaßt bevorzugt ein rohrförmiges Element. Die Verschalung **2790** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus geschlitzten Rohren, Oilfield Country Tubular Goods, Niederlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Verschalung **2790** aus Oilfield Country Tubular Goods hergestellt, erhältlich von verschiedenen ausländischen und inländischen Stahlwerken, um in optimaler Weise hohe Festigkeit unter Verwendung standardisierter Materialien bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der obere Ende Verschalung **2790** ein oder mehrere Dichtungselemente, die über dem Äußeren der Verschalung **2790** angeordnet sind.

Während des Betriebs wird die Vorrichtung **2700** in einer Schachtbohrung angeordnet, wobei das obere Ende der Verschalung **2790** in überlappender Beziehung in einer existierenden Schachtbohrungs-Verschalung angeordnet wird, um Stoßdrücke bzw. Druckstöße innerhalb des Bohrlochs während der Vorrichtung **2700** zu minimieren, wird der Fluiddurchlaß **2795** bevorzugt mit einem oder mehreren Druckfreigabedurchlässen versehen. Während der Plazierung der Vorrichtung **2700** in der Schachtbohrung wird die Verschalung **2790** durch den Aufweitungskonus **2765** abgestützt.

Nach Positionierung der Vorrichtung **2700** in dem Bohrloch in überlappender Beziehung mit einem existierenden Abschnitt einer Schachtbohrung wird ein erstes Fluidmaterial in den Fluiddurchlaß **2795** ausgehend von einer Oberflächenstelle gepumpt. Das erste Fluidmaterial wird von dem Fluiddurchlaß **2795** in die Fluiddurchlässe **2800**, **2802**, **2805**, **2810**, **2815** und **2820** gepumpt. Das erste Fluidmaterial verläßt daraufhin die Vorrichtung **2700** und füllt den ringförmigen Bereich zwischen der Außenseite der Vorrichtung **2700** und den Innenwänden des Bohrlochs.

Das erste Fluidmaterial kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien umfassen, wie etwa beispielsweise Epoxidharz, Bohrschlamm, Schlackengemisch, Wasser oder Zement. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das erste Fluidmaterial ein aushärtbares Fluidichtungsmaterial, wie etwa beispielsweise Schlackengemisch, Epoxidharz oder Zement. Auf diese Weise kann eine Schachtbohrungs-Verschalung mit einer äußeren ringförmigen Schicht aus aushärtbarem Material gebildet werden.

Das erste Fluidmaterial kann in die Vorrichtung **2700** mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt werden, die beispielsweise von etwa 0 bis 4.500 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das erste Fluidmaterial in die Vorrichtung **2700** mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt, die von etwa 0 bis 3.500 psi bzw. 0 bis 1.200 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise betriebsmäßige Effizienz bereitzustellen.

Zu einem vorbestimmten Zeitpunkt beim Einspritzen des ersten Fluidmaterials, wie etwa beispielsweise dann, nachdem der ringförmige Bereich außerhalb der Vorrichtung **2700** auf ein vorbestimmtes Niveau gefüllt wurde, wird ein Stopfen **2910**, ein Anker oder eine ähnliche Einrichtung in das erste Fluidmaterial eingeführt. Der Stopfen **2910** wird in dem Verengungsdurchlaß **2905** aufgenommen und isoliert dadurch fluidmäßig den Fluiddurchlaß **2810** von dem Fluiddurchlaß **2815**.

Nach der Plazierung des Stopfens **2910** in dem Verengungsdurchlaß **2905** wird ein zweites Fluidmaterial in den Fluiddurchlaß **2795** gepumpt, um die Druckkammer **2915** und **2920** unter Druck zu setzen. Das zweite Fluidmaterial

kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien umfassen, wie etwa beispielsweise Wasser, Bohrgase, Bohrschlamm oder Schmiermittel. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das zweite Fluidmaterial ein nicht aushärtbares Fluidmaterial, wie etwa beispielsweise Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel. Die Verwendung von Schmiermittel stellt in optimaler Weise eine Schmierung der beweglichen Teile der Vorrichtung **2700** bereit.

Das zweite Fluidmaterial kann in die Vorrichtung **2700** mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt werden, die beispielsweise von etwa 0 bis 4.500 psi bzw. 0 bis 4.500 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das zweite Fluidmaterial in die Vorrichtung **2700** mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt, die von etwa 0 bis 3.500 psi bzw. 0 bis 1.200 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise betriebsmäßige Effizienz bereitzustellen.

Das Unterdrucksetzen der Druckkammer **2915** und **2920** veranlaßt die oberen Dichtungsköpfe **2725** und **2745**, die äußeren Dichtungsdoorne **2735** und **2755** und den Aufweitungskonus **2765** dazu, sich in axialer Richtung zu bewegen. Wenn der Aufweitungskonus **2765** sich in der axialen Richtung bewegt, zieht der Aufweitungskonus **2765** die Dornstarteinrichtung **2770**, die Verschalung **2790** und die Schleppblöcke **2785** mit, wodurch die mechanischen Gleitelemente **2780** eingestellt werden, und er stoppt außerdem eine axiale Bewegung der Dornstarteinrichtung **2770** und der Verschalung **2790**. Auf diese Weise weitet die axiale Bewegung des Aufweitungskonus **2765** die Dornstarteinrichtung **2770** und die Verschalung **2790** radial auf.

Sobald die oberen Dichtungsköpfe **2725** und **2745**, die äußeren Dichtungsdoorne **2735** und **2755** und der Aufweitungskonus **2765** einen axialen Hub beenden, wird der Betriebsdruck des zweiten Fluidmaterials verringert und das Bohrgestänge **2705** wird angehoben. Dies veranlaßt die innere Dichtungsdoorne **2720** und **2740**, die unteren Dichtungsköpfe **2730** und **2750**, den Lastdorn **2760** und den mechanischen Gleitkörper **2755** dazu, sich aufwärts zu bewegen. Dadurch werden die mechanischen Gleitelemente **2728** ausgerückt bzw. abgerückt, unter der Erlaubnis, daß die mechanischen Gleitelemente **2780** und die Schleppblöcke **2785** aufwärts innerhalb der Dornstarteinrichtung **2720** und der Verschalung **2790** bewegt werden. Wenn die unteren Dichtungsköpfe **2730** und **2750** die oberen Dichtungsköpfe **2725** und **2745** kontaktieren, wird das zweite Fluidmaterial erneut unter Druck gesetzt und der radiale Aufweitungsprozeß wird fortgesetzt. Auf diese Weise werden die Dornstarteinrichtung **2770** und die Verschalung **2790** durch wiederholte axiale Hübe der oberen Dichtungsköpfe **2725** und **2745**, der äußeren Dichtungsdoorne **2735** und **2755** und des Aufweitungskonus **2765** radial aufgeweitet. Während des (gesamten) radialen Aufweitungsprozesses wird das obere Ende der Verschalung **2790** bevorzugt in überlappender Beziehung mit einem existierenden Abschnitt der Schachtbohrungs-Verschalung gehalten.

Am Ende des radialen Aufweitungsprozesses wird das obere Ende der Verschalung **2790** in innigen Kontakt mit der Innenseite des unteren Endes der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung aufgeweitet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform stellen die Dichtungselemente, die am oberen Ende der Verschalung **2790** bereitgestellt sind, eine Fluiddichtung zwischen der Außenseite des oberen Endes der Verschalung **2790** und der Innenseite des unteren Endes der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung bereit. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Kontaktdruck zwischen der Verschalung **2790** und dem existierenden Abschnitt einer Schachtbohrungs-Verschalung von

etwa 400 bis 10.000, um in optimaler Weise einen Kontaktdruck zum Aktivieren des Dichtungselements bereitzustellen, um einen optimalen Widerstand gegenüber der axialen Bewegung der aufgeweiteten Verschalung bereitzustellen, um in optimaler Weise typischen Spannungs- und Drucklasten auf die aufgeweitete Verschalung zu widerstehen.

Wenn der Aufweitungskonus **2765** sich dem Ende der Verschalung **2790** nähert, wird gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Betriebsdruck des zweiten Fluidmaterials verringert, um den Stoß auf die Vorrichtung **2700** zu minimieren. Gemäß einer alternativen Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung **2700** einen Stoßabsorber zum Absorbieren des Stoßes, der durch die Beendigung der radialen Aufweitung der Verschalung **2790** erzeugt wird.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reißt der verringerte Betriebsdruck des zweiten Fluidmaterials von etwa 100 bis 1.000 psi, wenn der Aufweitungskonus **2765** sich dem Ende der Verschalung **2790** nähert, um in optimaler Weise eine verringerte axiale Bewegung und Geschwindigkeit des Aufweitungskonus **2765** bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Betriebsdruck des zweiten Fluidmaterials während des Rückstellhubs der Vorrichtung **2700** auf den Bereich von etwa 0 bis 500 psi verringert, um den Widerstand gegenüber der Bewegung des Aufweitungskonus **2765** während des Rückstellhubs zu minimieren. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Hublänge der Vorrichtung **2700** von etwa 10 bis 45 Fuß, um in optimaler Weise eine Anlage bereitzustellen, welche problemlos durch typische Ölbohrhandhabungseinrichtungen gehandhabt werden kann, und um die Frequenz zu minimieren, mit welcher die Vorrichtung **2700** während eines Aufweitungsvorgangs erneut in Hub versetzt werden muß.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform umfaßt zumindest ein Teil der oberen Dichtungsköpfe **2725** und **2745** Aufweitungskonen zum radialen Aufweiten der Dornstarteinrichtung **2770** und der Verschalung **2790** während des Betriebs der Vorrichtung **2700**, um den Oberflächenbereich der Verschalung **2790** zu vergrößern, auf welchen während des radialen Aufweitungsvorgangs eingewirkt wird. Auf diese Weise können die Betriebsdrücke verringert werden.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform werden mechanische Gleitelemente in einer axialen Stelle bzw. Stellung zwischen der Dichtungsbuchse **1915** und dem ersten inneren Dichtungsdorn **2720** angeordnet, um in optimaler Weise einen vereinfachten Aufbau und Betrieb der Vorrichtung **2700** bereitzustellen.

Bei Beendigung der radialen Aufweitung der Verschalung **2790** wird gegebenenfalls das erste Fluidmaterial innerhalb des ringförmigen Bereichs zwischen der Außenseite der aufgeweiteten Verschalung **2790** und den Innenwänden der Brunnenbohrung aushärten gelassen. In dem Fall, daß die Verschalung **2790** geschlitzt ist, durchsetzt das ausgehärtete Fluidmaterial bevorzugt die aufgeweitete Verschalung **2790** und umhüllt sie.

Auf diese Weise wird ein neuer Schachtbohrungs-Verschaltungsabschnitt innerhalb der Schachtbohrung gebildet. Alternativ kann die Vorrichtung **2700** verwendet werden, um einen ersten Rohrleitungsabschnitt mit einem existierenden Rohrleitungsabschnitt zu verbinden bzw. zu vereinigen. Alternativ kann die Vorrichtung **2700** verwendet werden, um das Innere einer Schachtbohrung mit einer Verkleidung direkt auszukleiden, und zwar ohne die Verwendung einer äußeren ringförmigen Schicht aus aushärtbarem Material. Alternativ kann die Vorrichtung **2700** verwendet werden, um ein rohrförmiges Traglelement in einem Loch aufzuweiten.

Während des radialen Aufweitungsvorgangs sind die un-

ter Druck gesetzten Bereiche der Vorrichtung **2700** auf die Fluiddurchlässe **2795**, **2800**, **2802**, **2805** und **2810** und die Druckkammern **2915** und **2920** begrenzt. Kein Fluiddruck wirkt direkt auf die Dornstarteinrichtung **2770** und die Verschalung **2790**. Dies erlaubt die Verwendung von Betriebsdrücken, die höher sind als diejenigen, denen die Dornstarteinrichtung **2770** und die Verschalung **2790** normalerweise zu widerstehen vermögen.

Unter Bezug auf **Fig. 20** wird nunmehr eine bevorzugte Ausführungsform der Vorrichtung **3000** zum Bilden einer Schachtbohrungs-Verschalung mit durchgehend einheitlichem Durchmesser erläutert. Die Vorrichtung **3000** umfaßt bevorzugt ein Bohrrrohr **3005**, einen Innengestängeadapter **3010**, eine Dichtungsbuchse **3015**, einen ersten inneren Dichtungsdorn **3020**, hydraulische Gleitelemente **3025**, einen ersten oberen Dichtungskopf **3030**, einen ersten unteren Dichtungskopf **3035**, einen ersten äußeren Dichtungsdorn **3040**, einen zweiten inneren Dichtungsdorn **3045**, einen zweiten oberen Dichtungskopf **3050**, einen zweiten unteren Dichtungskopf **3055**, einen zweiten äußeren Dichtungsdorn **3060**, einen Lastdorn **3065**, einen Aufweitungskonus **3070**, eine Verschalung **3075** und Fluiddurchlässe **3080**, **3085**, **3090**, **3095**, **310**, **3105**, **3110**, **3115** und **3120**.

Das Bohrrrohr **3005** ist mit dem Innengestängeadapter **3010** verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung **3000** stützt das Bohrrrohr **3005** die Vorrichtung **3000** ab. Das Bohrrrohr **3005** umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Das Bohrrrohr **3005** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niederlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Bohrrrohr **3005** hergestellt aus Spiralrohr, um die Platzierung der Vorrichtung **3000** in nicht vertikalen Schachtbohrungen zu erleichtern. Das Bohrrrohr **3005** kann mit dem Innengestängeadapter **3010** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Bohrrrohr **3005** mit dem Innengestängeadapter **3010** durch eine Bohrrrohrverbindung lösbar verbunden.

Das Bohrrrohr **3005** umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß **3080**, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien ausgehend von einer Oberflächenstelle in den Fluiddurchlaß **3085** zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **3080** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxidharz, Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der Innengestängeadapter **3010** ist mit dem Bohrgestänge **3005** und der Dichtungsbuchse **3015** verbunden. Der Innengestängeadapter **3010** umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Der Innengestängeadapter **3010** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niederlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Innengestängeadapter **3010** aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen niedriger Reibung bereitzustellen.

Der Innengestängeadapter **3010** kann mit dem Bohrgestänge **3005** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Innengestängeadapter **3010** mit dem Bohrrrohr **3005** durch eine Bohrrrohrverbindung lösbar verbunden. Der Innengestängeadapter **3010** kann mit der Dichtungsbuchse **3015** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsgewindeverbindung oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Innengestängeadapter **3010** mit der Dichtungsbuchse **3015** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden.

Der Innengestängeadapter **3010** umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß **3085**, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien aus dem Fluiddurchlaß **3080** in den Fluiddurchlaß **3090** zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **3085** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie beispielsweise Zement, Epoxidharz, Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Die Dichtungsbuchse **3015** ist mit dem Innengestängeadapter **3010** und dem ersten inneren Dichtungsdorn **3020** verbunden. Die Dichtungsbuchse **3015** umfaßt bevorzugt einen im wesentlichen hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Die Dichtungsbuchse **3015** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dichtungsbuchse **3015** aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen niedriger Reibung bereitzustellen.

Die Dichtungsbuchse **3015** kann mit dem Innengestängeadapter **3010** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsgewindeverbindung oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dichtungsbuchse **3015** mit dem Innengestängeadapter **3010** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Die Dichtungsbuchse **3015** kann mit dem ersten inneren Dichtungsdorn **3020** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsgewindeverbindung oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dichtungsbuchse **3015** mit dem ersten inneren Dichtungsdorn **3020** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden.

Die Dichtungsbuchse **3015** umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß **3090**, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien aus dem Fluiddurchlaß **3085** in den Fluiddurchlaß **3095** zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der

Fluiddurchlaß **3090** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxidharz, Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der erste innere Dichtungsdorn **3020** ist mit der Dichtungsbuchse **3015**, den hydraulischen Gleitelementen **3025** und dem ersten unteren Dichtungskopf **3035** verbunden. Der erste innere Dichtungsdorn **3020** ist außerdem mit dem ersten oberen Dichtungskopf **3030** beweglich verbunden. Der erste innere Dichtungsdorn **3020** umfaßt bevorzugt einen im wesentlichen hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Der erste innere Dichtungsdorn **3020** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste innere Dichtungsdorn **3020** aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen niedriger Reibung bereitzustellen.

Der erste innere Dichtungsdorn **3020** kann mit der Dichtungsbuchse **3015** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsgewindeverbindung oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste innere Dichtungsdorn **3020** mit der Dichtungsbuchse **3015** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Der erste innere Dichtungsdorn **3020** kann mit den hydraulischen Gleitelementen **3025** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsgewindeverbindung oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste innere Dichtungsdorn **3020** mit den hydraulischen Gleitelementen **3025** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Der erste innere Dichtungsdorn **3020** kann mit dem ersten unteren Dichtungskopf **3035** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsgewindeverbindung oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste innere Dichtungsdorn **3020** mit dem ersten unteren Dichtungskopf **3035** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden.

Der erste innere Dichtungsdorn **3020** umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß **3095**, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien aus dem Fluiddurchlaß **3090** in den Fluiddurchlaß **3100** zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **3095** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Wasser, Bohrschlamm, Zement, Epoxidharz oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der erste innere Dichtungsdorn **3020** umfaßt bevorzugt Fluiddurchlässe **3110**, die dazu ausgelegt sind, Fluidmaterialien aus dem Fluiddurchlaß **3095** in die Druckkammern der hydraulischen Gleitelemente **3025** zu fördern. Auf diese Weise werden die Gleitelemente **3025** bei Unterdrucksetzen

des Fluiddurchlasses **3095** in Kontakt mit der Innenseite der Verschalung **3075** aktiviert. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Fluiddurchlässe **3110** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxidharz, Wasser, Bohrfluide oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der erste innere Dichtungsdorn **3020** umfaßt außerdem bevorzugt Fluiddurchlässe **3115**, die dazu ausgelegt sind, Fluidmaterialien aus dem Fluiddurchlaß **3095** in die erste Druckkammer **3175** zu fördern, welche durch den ersten oberen Dichtungskopf **3030**, den ersten unteren Dichtungskopf **3035**, den ersten inneren Dichtungsdorn **3020** und den ersten äußeren Dichtungsdorn **3040** festgelegt ist. Während des Betriebs der Vorrichtung **3000** veranlaßt ein Unterdrucksetzen der Druckkammer **3175** den ersten oberen Dichtungskopf **3030**, den ersten äußeren Dichtungsdorn **3040**, den zweiten oberen Dichtungskopf **3050**, den zweiten äußeren Dichtungsdorn **3060** und den Aufweitungskonus **3070** dazu, sich in axialer Richtung zu bewegen.

Die Gleitelemente **3025** sind mit der Außenseite des ersten inneren Dichtungsdorns **3020** verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung **3000** werden die Gleitelemente **3025** durch Unterdrucksetzen des Fluiddurchlasses **3095** in Kontakt mit der Innenseite der Verschalung **3075** aktiviert. Auf diese Weise halten die Gleitelemente **3025** die Verschalung **3075** in im wesentlichen stationärer Position.

Die Gleitelemente **3025** umfassen bevorzugt Fluiddurchlässe **3125**, Druckkammern **3130**, eine Vorspannfeder bzw. eine Federvorspannung **3135** und Gleitelemente **3140**. Die Gleitelemente **3025** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen hydraulischen Gleitelementen umfassen, wie etwa beispielsweise hydraulische RTTS-Dichtstück-Wolframcarbid-Gleitelemente oder rückgewinnbare hydraulische Brücken-Stopfen-Gleitelemente vom Modell 3L. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Gleitelemente **3095** hydraulische RTTS-Dichtstück-Wolframcarbid-Gleitelemente von Halliburton Energy Services, um in optimaler Weise einen Widerstand bzw. Beständigkeit gegenüber einer axialen Bewegung der Verschalung **3075** während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen.

Der erste obere Dichtungskopf **3030** ist mit dem ersten äußeren Dichtungsdorn **3040**, dem zweiten oberen Dichtungskopf **3050**, dem zweiten äußeren Dichtungsdorn **3060** und dem Aufweitungskonus **3070** verbunden. Der erste obere Dichtungskopf **3030** ist außerdem mit der Außenseite des ersten inneren Dichtungsdorns **3020** und der Innenseite der Verschalung **3075** beweglich verbunden. Auf diese Weise laufen der erste obere Dichtungskopf **3030**, der erste äußere Dichtungsdorn **3040**, der zweite obere Dichtungskopf **3050**, der zweite äußere Dichtungsdorn **3060** und der Aufweitungskonus **3070** in der axialen Richtung hin und her.

Der radiale Freiraum bzw. das radiale Spiel zwischen der zylindrischen Innenseite des ersten oberen Dichtungskopfs **3030** und der Außenseite des ersten inneren Dichtungsdorns **3020** kann beispielsweise von etwa 0,0025 bis 0,05 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der zylindrischen Innenseite des ersten oberen Dichtungskopfs **3030** und der Außenseite des ersten inneren Dichtungsdorns **3020** von etwa 0,005 bis 0,01 Inch, um in optimaler Weise minimalen radialen Freiraum bereitzustellen. Der radiale Freiraum zwischen der zylindrischen Außenseite des ersten oberen Dichtungskopfs **3030** und der Innenseite der Verschalung **3075** kann beispielsweise von etwa 0,025 bis 0,375 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Frei-

raum zwischen der zylindrischen Außenseite des ersten oberen Dichtungskopfs **3030** und der Innenseite der Verschalung **3075** von etwa 0,025 bis 0,125 Inch, um in optimaler Weise eine Stabilisierung für den Aufweitungskonus **3070** während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen.

Der erste obere Dichtungskopf **3030** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der erste obere Dichtungskopf **3030** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste obere Dichtungskopf **3030** aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen niedriger Reibung bereitzustellen. Die Innenseite des ersten oberen Dichtungskopfs **3030** umfaßt bevorzugt ein oder mehrere ringförmige Dichtungselemente **3145** zum Abdichten der Grenzfläche zwischen dem ersten oberen Dichtungskopf **3030** und dem ersten inneren Dichtungsdorn **3020**. Die Dichtungselemente **3145** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen ringförmigen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **3145** Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der erste obere Dichtungskopf **3030** eine Schulter **3150** zum Abstützen des ersten oberen Dichtungskopfs **3030**, einen ersten äußeren Dichtungsdorn **3040**, einen zweiten oberen Dichtungskopf **3050**, einen zweiten äußeren Dichtungsdorn **3060**, einen Aufweitungskonus **3070** auf dem ersten unteren Dichtungskopf **3035**. Der erste obere Dichtungskopf **3030** kann mit dem ersten äußeren Dichtungsdorn **3040** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste obere Dichtungskopf **3030** mit dem ersten äußeren Dichtungsdorn **3040** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem ersten oberen Dichtungskopf **3030** und dem ersten äußeren Dichtungsdorn **3040** ein oder mehrere Dichtungselemente **3155** zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem ersten oberen Dichtungskopf **3030** und dem ersten äußeren Dichtungsdorn **3040**. Die Dichtungselemente **3155** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **3155** Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Der erste untere Dichtungskopf **3035** ist mit dem ersten inneren Dichtungsdorn **3020** und dem zweiten inneren Dichtungsdorn **3045** verbunden. Der erste untere Dichtungskopf **3035** ist außerdem mit der Innenseite des ersten äußeren Dichtungsdorns **3040** beweglich verbunden. Auf diese Weise laufen der erste obere Dichtungskopf **3030**, der erste äußere Dichtungsdorn **3040**, der zweite obere Dichtungskopf **3050**, der zweite äußere Dichtungsdorn **3060** und

der Aufweitungskonus **3070** in der axialen Richtung hin und her. Der radiale Freiraum bzw. das radiale Spiel zwischen der Außenseite des ersten unteren Dichtungskopfs **3035** und der Innenseite des ersten äußeren Dichtungsdorns **3040** kann beispielsweise von etwa 0,0025 bis 0,05 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Außenseite des ersten unteren Dichtungskopfs **3035** und der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns **3040** von etwa 0,005 bis 0,01 Inch, um in optimaler Weise minimalen radialen Freiraum bereitzustellen.

Der erste untere Dichtungskopf **3035** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der erste untere Dichtungskopf **3035** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder aus ähnlichen hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste untere Dichtungskopf **3035** aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen niedriger Reibung bereitzustellen. Die Außenseite des ersten unteren Dichtungskopfs **3035** umfaßt bevorzugt ein oder mehrere ringförmige Dichtungselemente **3160** zum Abdichten der Grenzfläche zwischen dem ersten unteren Dichtungskopf **3035** und dem ersten äußeren Dichtungsdorn **3040**. Die Dichtungselemente **3160** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen ringförmigen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **3160** Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Der erste untere Dichtungskopf **3035** kann mit dem ersten inneren Dichtungsdorn **3020** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsgewindeverbindung oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste untere Dichtungskopf **3035** mit dem ersten inneren Dichtungsdorn **3020** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem ersten unteren Dichtungskopf **3035** und dem ersten unteren Dichtungsdorn **3020** eine oder mehrere Dichtungselemente **3165** zum fluidmäßigen Verbinden der Grenzfläche zwischen dem ersten unteren Dichtungskopf **3035** und dem ersten unteren Dichtungsdorn **3020**. Die Dichtungselemente **3165** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **3165** Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für eine lange axiale Hublänge bereitzustellen.

Der erste untere Dichtungskopf **3035** kann mit dem zweiten inneren Dichtungsdorn **3045** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsgewindeverbindung oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste untere Dichtungskopf **3035**

mit dem ersten inneren Dichtungsdorn **3045** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem ersten unteren Dichtungskopf **3035** und dem zweiten inneren Dichtungsdorn **3045** ein oder mehrere Dichtungselemente **3170** zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem ersten unteren Dichtungskopf **3035** und dem zweiten inneren Dichtungsdorn **3045**. Die Dichtungselemente **3170** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **3170** Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Der erste äußere Dichtungsdorn **3040** ist mit dem ersten oberen Dichtungskopf **3030** und dem zweiten oberen Dichtungskopf **3050** verbunden. Der erste äußere Dichtungsdorn **3040** ist außerdem mit der Innenseite der Verschalung **3075** und der Außenseite des ersten unteren Dichtungskopfs **3035** beweglich verbunden. Auf diese Weise laufen der erste obere Dichtungskopf **3030**, der erste äußere Dichtungsdorn **3040**, der zweite obere Dichtungskopf **3050**, der zweite äußere Dichtungsdorn **3060** und der Aufweitungskonus **3070** in der axialen Richtung hin und her. Der radiale Freiraum bzw. das radiale Spiel zwischen der Außenseite des ersten äußeren Dichtungsdorns **3040** und der Innenseite der Verschalung **3075** kann beispielsweise von etwa 0,025 bis 0,375 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Außenseite des ersten äußeren Dichtungsdorns **3040** und der Innenseite der Verschalung **3075** von etwa 0,025 bis 0,125 Inch, um in optimaler Weise eine Stabilisierung für den Aufweitungskonus **3070** während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen. Der radiale Freiraum zwischen der Innenseite des ersten äußeren Dichtungsdorns **3040** und der Außenseite des ersten unteren Dichtungskopfs **3035** kann beispielsweise von etwa 0,005 bis 0,125 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Innenseite des ersten äußeren Dichtungsdorns **3040** und der Außenseite des ersten unteren Dichtungskopfs **3035** von etwa 0,005 bis 0,01 Inch, um in optimaler Weise einen minimalen Freiraum bereitzustellen.

Der erste äußere Dichtungsdorn **3040** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der erste äußere Dichtungsdorn **3040** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste äußere Dichtungsdorn **3040** aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen niedriger Reibung bereitzustellen.

Der erste äußere Dichtungsdorn **3040** kann mit dem ersten oberen Dichtungskopf **3030** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsgewindeverbindung oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste äußere Dichtungsdorn **3040** mit dem ersten oberen Dichtungskopf **3030** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung

lung zwischen dem ersten äußeren Dichtungsdorn **3040** und dem ersten oberen Dichtungskopf **3030** ein oder mehrere Dichtungselemente **3180** zum Abdichten der Grenzfläche zwischen dem ersten äußeren Dichtungsdorn **3040** und dem ersten oberen Dichtungskopf **3030**. Die Dichtungselemente **3180** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **3180** Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Der erste äußere Dichtungsdorn **3040** kann mit dem zweiten oberen Dichtungskopf **3050** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsgewindeverbindung oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste äußere Dichtungsdorn **3040** mit dem zweiten oberen Dichtungskopf **3050** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem ersten äußeren Dichtungsdorn **3040** und dem zweiten oberen Dichtungskopf **3050** ein oder mehrere Dichtungselemente **3185** zum Abdichten der Grenzfläche zwischen dem ersten äußeren Dichtungsdorn **3040** und dem zweiten oberen Dichtungskopf **3050**. Die Dichtungselemente **3185** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **3185** Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Der zweite innere Dichtungsdorn **3045** ist mit dem ersten unteren Dichtungskopf **3035** und dem zweiten unteren Dichtungskopf **3055** verbunden. Der zweite innere Dichtungsdorn **3045** umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Der zweite innere Dichtungskopf **3045** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niederlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite innere Dichtungsdorn **3045** aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen niedriger Reibung bereitzustellen.

Der zweite innere Dichtungsdorn **3045** kann mit dem ersten unteren Dichtungskopf **3035** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsgewindeverbindung oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite innere Dichtungsdorn **3045** mit dem ersten unteren Dichtungskopf **3035** durch eine Standardgewindeverbindung verbunden. Der zweite innere Dichtungsdorn **3045** kann mit dem zweiten unteren Dichtungskopf **3055** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise

einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsgewindeverbindung oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite innere Dichtungsdorn **3045** mit dem zweiten unteren Dichtungskopf **3055** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden.

Der zweite innere Dichtungsdorn **3045** umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß **3100**, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien aus dem Fluiddurchlaß **3095** in den Fluiddurchlaß **3105** zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **3100** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien zu fördern, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxidharz, Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der zweite innere Dichtungsdorn **3045** umfaßt außerdem bevorzugt Fluiddurchlässe **3120**, die dazu ausgelegt sind, Fluidmaterialien aus dem Fluiddurchlaß **3100** in die zweite Druckkammer **3190** zu fördern, die durch den zweiten oberen Dichtungskopf **3050**, den zweiten unteren Dichtungskopf **3055**, den zweiten inneren Dichtungsdorn **3045** und den zweiten äußeren Dichtungsdorn **3060** festgelegt ist. Während des Betriebs der Vorrichtung **3000** veranlaßt ein Unterdrucksetzen der zweiten Druckkammer **3190** den ersten oberen Dichtungskopf **3030**, den ersten äußeren Dichtungsdorn **3040**, den zweiten oberen Dichtungskopf **3050**, den zweiten äußeren Dichtungsdorn **3060** und den Aufweitungskonus **3070** dazu, sich in axialer Richtung zu bewegen.

Der zweite obere Dichtungskopf **3050** ist mit dem ersten äußeren Dichtungsdorn **3040** und dem zweiten äußeren Dichtungsdorn **3060** verbunden. Der zweite obere Dichtungskopf **3050** ist außerdem mit der Außenseite des zweiten Dichtungsdorns **3045** und der Innenseite der Verschalung **3075** beweglich verbunden. Auf diese Weise läuft der zweite obere Dichtungskopf **3050** in der axialen Richtung hin und her. Der radiale Freiraum bzw. das radiale Spiel zwischen der zylindrischen Innenseite des zweiten oberen Dichtungskopfs **3050** und der Außenseite des zweiten Dichtungsdorns **3045** kann beispielsweise von etwa 0,0025 bis 0,05 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der zylindrischen Innenseite des zweiten oberen Dichtungskopfs **3050** und der Außenseite des zweiten inneren Dichtungsdorns **3045** von etwa 0,005 bis 0,01 Inch, um in optimaler Weise einen minimalen radialen Freiraum bereitzustellen. Der radiale Freiraum bzw. das radiale Spiel zwischen der zylindrischen Außenseite des zweiten oberen Dichtungskopfs **3050** und der Innenseite der Verschalung **3075** kann beispielsweise von etwa 0,025 bis 0,375 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der zylindrischen Außenseite des zweiten oberen Dichtungskopfs **3050** und der Innenseite der Verschalung **3075** von etwa 0,025 bis 0,125 Inch, um in optimaler Weise eine Stabilisierung für den Aufweitungskonus **3070** während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen.

Der zweite obere Dichtungskopf **3050** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der zweite obere Dichtungskopf **3050** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Niederlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite obere Dichtungskopf **3050** aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen niedriger Reibung bereitzustellen. Die Innenseite des zweiten oberen

Dichtungskopfs **3050** umfaßt bevorzugt ein oder mehrere ringförmige Dichtungselemente **3195** zum Abdichten der Grenzfläche zwischen dem zweiten oberen Dichtungskopf **3050** und dem zweiten inneren Dichtungsdorn **3045**. Die Dichtungselemente **3195** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen ringförmigen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **3195** Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der zweite obere Dichtungskopf **3050** eine Schulter **3200** zum Abstützen des oberen Dichtungskopfs **3030**, des ersten äußeren Dichtungsdorns **3040**, des zweiten oberen Dichtungskopfs **3050**, des zweiten äußeren Dichtungsdorns **3060** und des Aufweitungskonus **3070** auf dem zweiten unteren Dichtungskopf **3055**.

Der zweite obere Dichtungskopf **3050** kann mit dem ersten äußeren Dichtungsdorn **3040** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsgewindeverbindung oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite obere Dichtungskopf **3050** mit dem ersten äußeren Dichtungsdorn **3040** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem zweiten oberen Dichtungskopf **3050** und dem ersten äußeren Dichtungsdorn **3040** ein oder mehrere Dichtungselemente **3185** zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem zweiten oberen Dichtungskopf **3050** und dem ersten äußeren Dichtungsdorn **3040**. Der zweite obere Dichtungskopf **3050** kann mit dem zweiten äußeren Dichtungsdorn **3060** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsgewindeverbindung oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite obere Dichtungskopf **3050** mit dem zweiten äußeren Dichtungsdorn **3060** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem zweiten oberen Dichtungskopf **3050** und dem zweiten äußeren Dichtungsdorn **3060** ein oder mehrere Dichtungselemente **3205** zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem zweiten oberen Dichtungskopf **3050** und dem zweiten äußeren Dichtungsdorn **3060**.

Der zweite untere Dichtungskopf **3055** ist mit dem zweiten inneren Dichtungsdorn **3045** und dem Lastdorn **3065** verbunden. Der zweite untere Dichtungskopf **3055** ist außerdem mit der Innenseite des zweiten äußeren Dichtungsdorns **3060** beweglich verbunden. Auf diese Weise laufen der erste obere Dichtungskopf **3030**, der erste äußere Dichtungsdorn **3040**, der zweite obere Dichtungsdorn **3050**, der zweite äußere Dichtungsdorn **3060** und der Aufweitungskonus **3070** in der axialen Richtung hin und her. Der radiale Freiraum bzw. das radiale Spiel zwischen der Außenseite des zweiten unteren Dichtungskopfs **3055** und der Innenseite des zweiten äußeren Dichtungsdorns **3060** kann beispielsweise von etwa 0,0025 bis 0,05 Inch betragen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen

der Außenseite des zweiten unteren Dichtungskopfs **3055** und der Innenseite des zweiten äußeren Dichtungsdorns **3060** von etwa 0,005 bis 0,01 Inch, um in optimaler Weise radialen Freiraum bereitzustellen.

Der zweite untere Dichtungskopf **3055** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der zweite untere Dichtungskopf **3055** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite untere Dichtungskopf **3055** aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberfläche niedriger Reibung bereitzustellen. Die Außenseite des zweiten unteren Dichtungskopfs **3055** umfaßt bevorzugt ein oder mehrere ringförmige Dichtungselemente **3210** zum Abdichten der Grenzfläche zwischen dem zweiten unteren Dichtungskopf **3055** und dem zweiten äußeren Dichtungsdorn **3060**. Die Dichtungselemente **3210** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen ringförmigen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **3210** Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für lange axiale Hübe bereitzustellen.

Der zweite untere Dichtungskopf **3055** kann mit dem zweiten inneren Dichtungsdorn **3045** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite untere Dichtungskopf **3055** mit dem zweiten inneren Dichtungsdorn **3045** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die zweite mechanische Kupplung zwischen dem unteren Dichtungskopf **3055** und dem zweiten inneren Dichtungsdorn **3045** ein oder mehrere Dichtungselemente **3215** zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem zweiten unteren Dichtungskopf **3055** und dem zweiten inneren Dichtungsdorn **3045**. Die Dichtungselemente **3215** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **3215** Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für lange axiale Hübe bereitzustellen.

Der zweite untere Dichtungskopf **3055** kann mit dem Lastdorn **3065** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite untere Dichtungskopf **3055** mit dem Lastdorn **3065** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem zweiten unteren Dichtungskopf **3055** und dem Lastdorn **3065** ein oder mehrere Dichtungselemente **3230** zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem zweiten

unteren Dichtungskopf **3055** und dem Lastdorn **3065**. Die Dichtungselemente **3220** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente **3220** Polypackdichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der zweite untere Dichtungskopf **3055** einen Verengungsdurchlaß **3225**, der zwischen die Fluiddurchlässe **3100** und **3105** fluidmäßig geschaltet ist. Der Verengungsdurchlaß **3225** besitzt bevorzugt im wesentlichen verringerte Größe und ist dazu ausgelegt, einen Stopfen **3230** oder eine ähnliche Einrichtung aufzunehmen und in Eingriff mit dieser zu gelangen. Auf diese Weise wird der Fluiddurchlaß **3100** von dem Fluiddurchlaß **3105** fluidmäßig isoliert. Auf diese Weise werden die Druckkammern **3175** und **3190** unter Druck gesetzt. Außerdem setzt die Plazierung des Stopfens **3230** in dem Verengungsdurchlaß **3225** die Druckkammern **3130** der hydraulischen Gleitelemente **3025** unter Druck.

Der zweite äußere Dichtungsdorn **3060** ist mit dem zweiten oberen Dichtungskopf **3050** und dem Aufweitungskonus **3070** verbunden. Der zweite äußere Dichtungsdorn **3060** ist außerdem mit der Innenseite der Verschalung **3075** und der Außenseite des zweiten unteren Dichtungskopfs **3055** beweglich verbunden. Auf diese Weise laufen der erste obere Dichtungskopf **3030**, der erste äußere Dichtungsdorn **3040**, der zweite obere Dichtungskopf **3050**, der zweite äußere Dichtungsdorn **3060** und der Aufweitungskonus **3070** in der axialen Richtung hin und her. Der radiale Freiraum zwischen der Außenseite des zweiten äußeren Dichtungsdorns **3060** und der Innenseite der Verschalung **3075** kann beispielsweise von etwa 0,025 bis 0,375 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Außenseite des zweiten äußeren Dichtungsdorns **3060** und der Innenseite der Verschalung **3075** von etwa 0,025 bis 0,125 Inch, um in optimaler Weise eine Stabilisierung für den Aufweitungskonus **3070** während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen. Der radiale Freiraum zwischen der Innenseite des zweiten äußeren Dichtungsdorns **3060** und der Außenseite des zweiten unteren Dichtungskopfs **3055** kann beispielsweise von etwa 0,0025 bis 0,05 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Innenseite des zweiten äußeren Dichtungsdorns **3060** und der Außenseite des zweiten unteren Dichtungskopfs **3055** von etwa 0,005 bis 0,01 Inch, um in optimaler Weise einen minimalen radialen Freiraum bereitzustellen.

Der zweite äußere Dichtungsdorn **3060** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der zweite äußere Dichtungsdorn **3060** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite äußere Dichtungsdorn **3060** aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen niedriger Reibung bereitzustellen.

Der zweite äußere Dichtungsdorn **3060** kann mit dem zweiten oberen Dichtungskopf **3050** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular

Goods oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der äußere Dichtungsdorn **3060** lösbar mit dem zweiten oberen Dichtungskopf **3050** durch eine Standardgewindeverbindung verbunden. Der zweite äußere Dichtungsdorn **3060** kann mit dem Aufweitungskonus **3070** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite äußere Dichtungsdorn **3060** mit dem Aufweitungskonus **3070** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden.

Der erste obere Dichtungskopf **3030**, der erste untere Dichtungskopf **3035**, der erste innere Dichtungsdorn **3020** und der erste äußere Dichtungsdorn **3040** legen gemeinsam die erste Druckkammer **3175** fest. Der zweite obere Dichtungskopf **3050**, der zweite untere Dichtungskopf **3055**, der zweite innere Dichtungsdorn **3045** und der zweite äußere Dichtungsdorn **3060** legen gemeinsam die zweite Druckkammer **3190** fest. Die ersten und zweiten Druckkammern **3175** und **3190** sind mit den Durchlässen **3095** und **3100** über einen oder mehrere Durchlässe **3115** und **3120** fluidmäßig verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung **3000** gelangt der Stopfen **3230** mit dem Verengungsdurchlaß **3225** in Eingriff, um den Fluiddurchlaß **3100** von dem Fluiddurchlaß **3105** fluidmäßig zu isolieren. Die Druckkammern **3175** und **3190** werden daraufhin unter Druck gesetzt, wodurch wiederum der erste obere Dichtungskopf **3030**, der erste äußere Dichtungsdorn **3040**, der zweite obere Dichtungskopf **3050**, der zweite äußere Dichtungsdorn **3060** und der Aufweitungskonus **3070** dazu veranlaßt werden, in der axialen Richtung hin- und herzulassen. Die axiale Bewegung des Aufweitungskonus **3070** ihrerseits weitet die Verschalung **3075** in der radialen Richtung auf. Die Verwendung von mehreren Druckkammern **3175** und **3190** vervielfacht in effektiver Weise die verfügbare Antriebskraft für den Aufweitungskonus **3070**.

Der Lastdorn **3065** ist mit dem zweiten unteren Dichtungskopf **3055** verbunden. Der Lastdorn **3065** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der Lastdorn **3065** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Lastdorn **3065** aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen niedriger Reibung bereitzustellen.

Der Lastdorn **3065** kann mit dem unteren Dichtungskopf **3055** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Lastdorn **3065** mit dem unteren Dichtungskopf **3055** durch eine Standardgewindeverbindung lösbar verbunden.

Der Lastdorn **3065** umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß **3105**, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien aus dem Fluiddurchlaß **3100** zu dem Bereich außerhalb der Vorrichtung **3000** zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **3105** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxidharz,

Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der Aufweitungskonus **3070** ist mit dem zweiten äußeren Dichtungsdorn **3060** verbunden. Der Aufweitungskonus **3070** ist außerdem mit der Innenseite der Verschalung **3075** beweglich verbunden. Auf diese Weise laufen der erste obere Dichtungskopf **3030**, der erste äußere Dichtungsdorn **3040**, der zweite obere Dichtungskopf **3050**, der zweite äußere Dichtungsdorn **3060** und der Aufweitungskonus **3070** in der axialen Richtung hin und her. Die hin- und herlaufende Bewegung des Aufweitungskonus **3070** veranlaßt die Verschalung **3075** dazu, in der radialen Richtung aufzuweichen.

Der Aufweitungskonus **3070** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und konischen Außenseiten. Der Außenradius der äußeren konischen Oberfläche kann beispielsweise von etwa 2 bis 34 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Außenradius der konischen Außenseite von etwa 3 bis 28 Inch, um in optimaler Weise einen Aufweitungskonus **3070** zum Aufweiten typischer Verschalungen bereitzustellen. Die axiale Länge des Aufweitungskonus **3070** kann beispielsweise vom etwa 2- bis 8-fachen des maximalen Außendurchmessers des Aufweitungskonus **3070** reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die axiale Länge des Aufweitungskonus **3070** vom etwa 3- bis 5-fachen des maximalen Außendurchmessers des Aufweitungskonus **3070**, um in optimaler Weise eine Stabilisierung und Zentrierung des Aufweitungskonus **3070** während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform beträgt der maximale Außendurchmesser des Aufweitungskonus **3070** zwischen etwa 95 bis 99% des Innendurchmessers der existierenden Schachtbohrung, mit welcher die Verschalung **3075** verbunden bzw. vereinigt werden soll. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Angriffswinkel des Aufweitungskonus **3070** von etwa 5 bis 30°, um in optimaler Weise die Reibungskräfte mit den radialen Aufweitungskräften auszugleichen.

Der Aufweitungskonus **3070** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Maschinenwerkzeugstahl, Nitridstahl, Titan, Wolframcarbid, Keramik oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Aufweitungskonus **3070** aus D2-Maschinenstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit und Beständigkeit gegenüber Verschleiß und Grübchenkorrosion bereitzustellen. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform besitzt die Außenseite des Aufweitungskonus **3070** eine Oberflächenhärte, die von etwa 58 bis 62 Rockwell C reicht, um in optimaler Weise hohe Festigkeit und Beständigkeit bezüglich Verschleiß und Grübchenkorrosion bereitzustellen.

Der Aufweitungskonus **3070** kann mit dem zweiten äußeren Dichtungsdorn **3060** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Gewindeverbindung aus Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsgewindeverbindung oder einer Standardgewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Aufweitungskonus **3070** mit dem zweiten äußeren Dichtungsdorn **3060** unter Verwendung einer Standardgewindeverbindung verbunden, um in optimaler Weise hohe Festigkeit und problemlose Demontierbarkeit bereitzustellen.

Die Verschalung **3075** ist mit den Gleitelementen **3025**

und dem Aufweitungskonus **3070** lösbar verbunden. Die Verschalung **3075** umfaßt ein rohrförmiges Element. Die Verschalung **3075** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie beispielsweise aus geschlitzten Rohren, Oilfield Country Tubular Goods, Kohlenstoffstahl, Niedriglegierungsstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Verschalung **3075** aus Oilfield Country Tubular Goods hergestellt, erhältlich von verschiedenen ausländischen und inländischen Stahlwerken, um in optimaler Weise hohe Festigkeit bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das obere Ende **3235** der Verschalung **3075** einen dünnwandigen Abschnitt **3240** und ein äußeres ringförmiges Abdichtungselement **3245**. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform beträgt die Wandungsdicke des dünnwandigen Abschnitts **3240** etwa 50 bis 100% der regulären Wandungsdicke der Verschalung **3075**. Auf diese Weise kann das obere Ende **3235** der Verschalung **3075** problemlos aufgeweitet und verformt werden in innigem Kontakt mit dem unteren Ende des existierenden Abschnitts der Schachtbohrungs-Verschalung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das untere Ende des existierenden Verschalungsabschnitts außerdem einen dünnwandigen Abschnitt. Auf diese Weise kann die radiale Aufweitung des dünnwandigen Abschnitts **3240** der Verschalung **3075** in den dünnwandigen Abschnitt der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung eine Schachtbohrungs-Verschalung mit im wesentlichen konstantem Innendurchmesser ergeben.

Das ringförmige Dichtungselement **3245** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungsmaterialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Epoxidharz, Gummi, Metall oder Kunststoff. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das ringförmige Dichtungselement **3245** aus Stratalock-Epoxidharz hergestellt, um in optimaler Weise Zusammendrückbarkeit und Verschleißbeständigkeit bereitzustellen. Der Außendurchmesser des ringförmigen Dichtungselements **3245** beträgt bevorzugt von etwa 70 bis 95% des Innendurchmessers des unteren Abschnitts der Schachtbohrungs-Verschalung, mit welcher die Verschalung **3075** verbunden bzw. vereinigt werden soll. Auf diese Weise stellt nach radialer Aufweitung das ringförmige Dichtungselement **3245** in optimaler Weise eine Fluidichtung bereit und außerdem eine ausreichende Reibungskraft mit der Innenseite des existierenden Schachtbohrungs-Verschalungsabschnitts während der radialen Aufweitung der Verschalung **3075**, um die Verschalung **3075** abzustützen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das untere Ende der Verschalung **3075** einen dünnwandigen Abschnitt **3255** und ein äußeres ringförmiges Dichtungselement **3260**. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform beträgt die Wandungsdicke des dünnwandigen Abschnitts **3255** etwa 50 bis 100% der regulären Wandungsdicke der Verschalung **3075**. Auf diese Weise kann das untere Ende **3250** der Verschalung **3075** problemlos aufgeweitet und verformt werden. Auf diese Weise kann außerdem ein weiterer Verschalungsabschnitt problemlos mit dem unteren Ende **3250** der Verschalung **3075** unter Verwendung eines radialen Aufweitungsprozesses verbunden bzw. vereinigt werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das obere Ende des weiteren Verschalungsabschnitts außerdem einen dünnwandigen Abschnitt. Auf diese Weise führt die radiale Aufweitung des dünnwandigen Abschnitts des oberen Endes der weiteren Verschalung in den dünnwandigen Abschnitt **3255** des unteren Endes **3250** der Verschalung **3075** zu einer Schachtbohrungs-Verschalung mit im

wesentlichen konstantem Innendurchmesser.

Das obere ringförmige Dichtungselement **3245** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungsmaterialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Epoxidharz, Gummi, Metall oder Kunststoff. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das obere ringförmige Dichtungselement **3245** aus Stratalock-Epoxidharz hergestellt, um in optimaler Weise Zusammendrückbarkeit und Verschleißbeständigkeit bereitzustellen. Der Außendurchmesser des oberen ringförmigen Dichtungselements **3245** beträgt bevorzugt von etwa 70 bis 95% des Innendurchmessers des unteren Abschnitts der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung, mit welcher die Verschalung **3075** verbunden bzw. vereinigt werden soll. Auf diese Weise stellt nach radialer Aufweitung das obere ringförmige Dichtungselement **3245** bevorzugt eine Fluidichtung bereit und außerdem eine ausreichende Reibungskraft mit der Innenwandung der Schachtbohrung während der radialen Aufweitung der Verschalung **3075**, um die Verschalung **3075** abzustützen.

Das untere ringförmige Dichtungselement **3260** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungsmaterialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Epoxidharz, Gummi, Metall oder Kunststoff. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das untere ringförmige Dichtungselement **3260** aus Stratalock-Epoxidharz hergestellt, um in optimaler Weise optimale Zusammendrückbarkeit und Verschleißbeständigkeit bereitzustellen. Der Außendurchmesser des unteren ringförmigen Dichtungselements **3260** beträgt bevorzugt von etwa 70 bis 95% des Innendurchmessers des unteren Abschnitts der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung, mit welcher die Verschalung **3075** verbunden bzw. vereinigt werden soll. Auf diese Weise stellt nach radialer Aufweitung das untere ringförmige Dichtungselement **3260** bevorzugt eine Fluidichtung bereit und außerdem eine ausreichende Reibungskraft mit der Innenwandung der Schachtbohrung während der radialen Aufweitung der Verschalung **3075**, um die Verschalung **3075** abzustützen.

Während des Betriebs wird die Vorrichtung **3000** bevorzugt in einer Schachtbohrung positioniert, wobei das obere Ende **3235** der Verschalung **3075** in überlappender Beziehung mit dem unteren Ende der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung angeordnet wird. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der dünnwandige Abschnitt **3240** der Verschalung **3075** in gegenüberliegender Überlappingsbeziehung mit dem dünnwandigen Abschnitt und dem äußeren ringförmigen Dichtungselement des unteren existierenden Schachtbohrungs-Verschalungsabschnitts positioniert. Auf diese Weise drückt die radiale Aufweitung der Verschalung **3075** die dünnwandigen Abschnitte und die ringförmigen zusammendrückbaren Elemente des oberen Endes **3235** der Verschalung **3075** und das untere Ende der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung in innigen Kontakt zusammen. Während der Positionierung der Vorrichtung **3000** in der Schachtbohrung wird die Verschalung **3000** bevorzugt durch den Aufweitungskonus **3070** abgestützt.

Nach der Positionierung der Vorrichtung **3000** wird ein erstes Fluidmaterial in den Fluiddurchlaß **3080** gepumpt. Das erste Fluidmaterial kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien umfassen, wie etwa beispielsweise Bohrschlamm, Wasser, Epoxidharz, Zement, Schlackengemisch oder Schmiermittel. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das erste Fluidmaterial ein aushärtbares Fluidichtungsmaterial, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxidharz oder Schlackengemisch, um in optimaler Weise einen aushärtbaren äü-

ßeren ringförmigen Körper um die aufgeweitete Verschalung **3075** bereitzustellen.

Das erste Fluidmaterial kann in den Fluiddurchlaß **3080** mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt werden, die beispielsweise von etwa 0 bis 4.500 psi bzw. 0 bis 4.500 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das erste Fluidmaterial in den Fluiddurchlaß **3080** mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt, die von etwa 0 bis 3.500 psi bzw. 0 bis 1.200 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise betriebsmäßige Effizienz bereitzustellen.

Das in den Fluiddurchlaß **3080** gepumpte erste Fluidmaterial durchsetzt die Fluiddurchlässe **3085**, **3090**, **3095**, **3100** und **3105** und gelangt daraufhin zur Außenseite der Vorrichtung **3000**. Das erste Fluidmaterial füllt daraufhin bevorzugt den ringförmigen Bereich zwischen der Außenseite der Vorrichtung **3000** und den Innenwänden der Schachtbohrung.

Der Stopfen **3230** wird daraufhin in den Fluiddurchlaß **3080** eingeführt. Der Stopfen **3230** gelangt zum Sitz in dem Verengungsdurchlaß **3225** und isoliert fluidmäßig und versperert den Fluiddurchlaß **3100**. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden mehrere Volumina eines nicht aushärtbaren Fluidmaterials daraufhin in den Fluiddurchlaß **3080** gepumpt, um jegliches aushärtbare Fluidmaterial zu entfernen, welches darin enthalten ist, und um sicherzustellen, daß keine der Fluiddurchlässe blockiert ist.

Daraufhin wird ein zweites Fluidmaterial in den Fluiddurchlaß **3080** gepumpt. Das zweite Fluidmaterial kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien umfassen, wie etwa beispielsweise Wasser, Bohrgase, Bohrschlamm oder Schmiermittel. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das zweite Fluidmaterial nicht aushärtbares Fluidmaterial, wie etwa beispielsweise Wasser, Bohrschlamm, Bohrgase oder Schmiermittel, um in optimaler Weise ein Unterdrucksetzen der Druckkammern **3175** und **3190** bereitzustellen.

Das zweite Fluidmaterial kann in den Fluiddurchlaß **3080** mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt werden, die beispielsweise von etwa 0 bis 4.500 psi bzw. 0 bis 4.500 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das zweite Fluidmaterial in den Fluiddurchlaß **3080** mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt, die von etwa 0 bis 3.500 psi bzw. 0 bis 1.200 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise betriebsmäßige Effizienz bereitzustellen.

Das in den Fluiddurchlaß **3080** gepumpte zweite Fluidmaterial durchsetzt die Fluiddurchlässe **3085**, **3090**, **3095**, **3100** und gelangt in die Druckkammern **3130** der Gleitelemente **3025** und in die Druckkammern **3175** und **3190**. Fortgesetztes Pumpen des zweiten Fluidmaterials setzt die Druckkammern **3130**, **3175** und **3190** unter Druck.

Das Unterdrucksetzen der Druckkammern **3130** veranlaßt die hydraulischen Gleitelemente **3140** dazu, in der radialen Richtung aufzuweiten und die Innenseite der Verschalung **3075** zu ergreifen. Die Verschalung **3075** wird daraufhin bevorzugt in im wesentlichen stationärer Position gehalten.

Das Unterdrucksetzen der Druckkammern **3175** und **3190** veranlaßt den ersten oberen Dichtungskopf **3030**, den ersten äußeren Dichtungsdorn **3040**, den zweiten oberen Dichtungskopf **3050**, den zweiten äußeren Dichtungsdorn **3060** und den Aufweitungskonus **3070** dazu, sich in axialer Richtung relativ zu der Verschalung **3075** zu bewegen. Auf diese Weise veranlaßt der Aufweitungskonus **3070** die Verschalung **3075** dazu, in der radialen Richtung aufzuweiten, beginnend mit dem unteren Ende der Verschalung **3075**.

Während des radialen Aufweitungsprozesses wird die Verschalung **3075** daran gehindert, sich in der Aufwärtsrichtung zu bewegen, und zwar durch die Gleitelemente **3025**.

Eine Länge der Verschalung **3075** wird daraufhin in der radialen Richtung durch das Unterdrucksetzen der Druckkammern **3175** und **3190** radial aufgeweitet. Die Länge der Verschalung **3075**, die während des Aufweitungsprozesses aufgeweitet wird, ist proportional zu der Hublänge des ersten oberen Dichtungskopfs **3030**, des ersten äußeren Dichtungsdorns **3040**, des zweiten oberen Dichtungskopfs **3050** und des Aufweitungskonus **3070**.

Bei der Beendigung des Hubs wird der Betriebsdruck des zweiten Fluidmaterials verringert und der erste obere Dichtungskopf **3030**, der erste äußere Dichtungsdorn **3040**, der zweite obere Dichtungskopf **3050**, der zweite äußere Dichtungsdorn **3060** und der Aufweitungskonus **3070** fallen in ihre Ruhepositionen hinunter, wobei die Verschalung **3075** durch den Aufweitungskonus **3070** abgestützt ist. Die Verringerung des Betriebsdrucks des zweiten Fluidmaterials veranlaßt die Vorspannfeder **3135** der Gleitelemente **3025** dazu, die Gleitelemente **3140** von der Innenwandung der Verschalung **3075** weg zu ziehen.

Die Position des Bohrrohrs **3075** wird bevorzugt während (des ganzen) radialen Aufweitungsprozesses eingestellt, um die Überlappingsbeziehung zwischen den dünnwandigen Abschnitten des unteren Endes der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung und dem oberen Ende der Verschalung **3235** beizubehalten. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Unterdrucksetzen des Aufweitungskonus **3070** daraufhin, falls erforderlich, wiederholt, bis der dünnwandige Abschnitt **3240** des oberen Endes **3235** der Verschalung **3075** in den dünnwandigen Abschnitt des unteren Endes der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung aufgeweitet ist. Auf diese Weise wird eine Schachtbohrungs-Verschalung gebildet, die zwei benachbarte Verschalungsabschnitte mit im wesentlichen konstantem Innendurchmesser umfaßt. Dieser Prozeß wird daraufhin für die gesamte Schachtbohrung wiederholt, um eine Schachtbohrung einer Länge von tausenden Fuß mit im wesentlichen konstantem Innendurchmesser bereitzustellen.

Während des abschließenden Hubs des Aufweitungskonus **3070** werden gemäß einer bevorzugten Ausführungsform die Gleitelemente **3025** so nahe wie möglich an dem dünnwandigen Abschnitt **3240** des oberen Endes **3235** der Verschalung **3075** positioniert, um ein Verrutschen zwischen der Verschalung **3075** und der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung am Ende des radialen Aufweitungsprozesses zu minimieren. Alternativ oder zusätzlich wird der Außendurchmesser des oberen ringförmigen Dichtungselements **3245** so gewählt, daß ein ausreichender Grenzflächensitz mit dem Innendurchmesser des unteren Endes der existierenden Verschalung sichergestellt ist, um eine axiale Verschiebung der Verschalung **3075** während des abschließenden Hubs zu verhindern. Alternativ oder zusätzlich wird der Außendurchmesser des unteren ringförmigen Dichtungselements **3260** so gewählt, daß ein Grenzflächensitz mit den Innenwänden der Schachtbohrung zu einem früheren Zeitpunkt des radialen Aufweitungsprozesses sichergestellt wird, um eine axiale Verschiebung der Verschalung **3075** zusätzlich zu verhindern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform dieser abschließenden Alternative wird der Grenzflächensitz bevorzugt gewählt, um ein Aufweiten der Verschalung **3075** durch Ziehen des Aufweitungskonus **3070** aus der Schachtbohrung heraus zu ermöglichen, ohne daß die Druckkammern **3175** und **3190** unter Druck gesetzt werden müssen.

Während des radialen Aufweitungsprozesses sind die unter Druck gesetzten Bereiche der Vorrichtung **3000** bevorzugt begrenzt auf die Fluiddurchlässe **3080**, **3085**, **3090**, **3095**, **3100**, **3110**, **3115**, **3120**, die Druckkammern **3130** in den Gleitelementen **3025** und die Druckkammern **3175** und

3190. Keinerlei Fluiddruck wirkt direkt auf die Verschalung **3075**. Dies erlaubt die Verwendung von Betriebsdrücken, die höher sind als diejenigen, welchen die Verschalung **3075** normalerweise zu widerstehen vermag.

Sobald die Verschalung **3075** vollständig von dem Aufweitungskonus **3070** weggepreßt wurde, werden die verbleibenden Teile der Vorrichtung **3000** aus der Schachtbohrung entfernt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Kontaktdruck zwischen den verformten dünnwandigen Abschnitten und den zusammendrückbaren ringförmigen Elementen des unteren Endes der existierenden Verschalung und dem oberen Ende **3235** der Verschalung **3075** von etwa 400 bis 10.000 psi, um in optimaler Weise die Verschalung **3075** während unter Verwendung der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung abzustützen.

Auf diese Weise wird die Verschalung **3075** radial in Kontakt mit einem existierenden Verschalungsabschnitt aufgeweitet durch Unterdrucksetzen der inneren Fluiddurchlässe **3080**, **3085**, **3090**, **3095**, **3100**, **3110**, **3115** und **3120**, die Druckkammern **3130** der Gleitelemente **3025** und die Druckkammern **3175** und **3190** der Vorrichtung **3000**.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird, falls erforderlich, der ringförmige Körper aus aushärtbarem Fluidmaterial daraufhin aushärten gelassen, um einen steifen bzw. starren äußeren ringförmigen Körper um die aufgeweitete Verschalung **3075** zu bilden. In dem Fall, daß die Verschalung **3075** geschlitzt ist, durchdringt das ausgehärtete Fluidmaterial bevorzugt die aufgeweitete Verschalung **3075** und hüllt sie ein. Der resultierende neue Schachtbohrungs-Verschalungsabschnitt umfaßt die aufgeweitete Verschalung **3075** und den starren äußeren ringförmigen Körper. Die Überlappingsverbindung zwischen der bereits existierenden Schachtbohrungs-Verschalung und der aufgeweiteten Verschalung **3075** umfaßt die verformten dünnwandigen Abschnitte und die zusammendrückbaren äußeren ringförmigen Körper. Der Innendurchmesser der resultierenden kombinierten Schachtbohrungs-Verschalungen ist im wesentlichen konstant. Auf diese Weise wird eine Schachtbohrungs-Verschalung mit durchgehend gleichem bzw. identischem Durchmesser gebildet. Dieser Prozeß, überlappende rohrförmige Elemente aufzuweiten, die dünnwandige Endabschnitte aufzuweisen, und zwar mit den zusammendrückbaren ringförmigen Körpern in Kontakt, kann für die gesamte Länge einer Schachtbohrung wiederholt werden. Auf diese Weise kann eine Schachtbohrungs-Verschalung mit durchgehend gleichem Durchmesser für tausende Fuß in einer unterirdischen Formation bereitgestellt werden.

Wenn der Aufweitungskonus **3070** sich dem oberen Ende **3235** der Verschalung **3075** nähert, wird gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der betriebsmäßige Durchsatz des zweiten Fluids verringert, um einen Stoß auf die Vorrichtung **3000** zu minimieren. Gemäß einer alternativen Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung **3000** einen Stoßabsorber zum Absorbieren des Stoßes, der durch die Beendigung der radialen Aufweitung der Verschalung **3075** erzeugt wird.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der verringerte Betriebsdruck des zweiten Fluidmaterials von etwa 100 bis 1.000 psi, wenn der Aufweitungskonus **3070** sich dem Ende der Verschalung **3075** nähert, um in optimaler Weise eine verringerte axiale Bewegung und Geschwindigkeit des Aufweitungskonus **3070** bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Betriebsdruck des zweiten Fluidmaterials während des Rückstellhubs der Vorrichtung **3000** verringert auf einen Bereich von etwa 0 bis 500 psi, um den Widerstand bzw. die Beständigkeit gegenüber der Bewegung des Aufweitungskonus **3070** während des Rückstellhubs zu minimieren. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Hublänge der Vorrich-

tung **3000** von etwa 10 bis 45 Fuß, um in optimaler Weise eine Anlage bereitzustellen, die problemlos gehandhabt werden kann unter Verwendung typischer Ölbohrhandhabungseinrichtungen und zusätzlich zum Minimieren der Frequenz, mit welcher die Vorrichtung **3000** erneut in Hubbewegung versetzt werden muß.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform umfaßt zumindest ein Teil von den oberen Dichtungsköpfen **3030** und **3050** bzw. von einem derselben einen Aufweitungskonus zum radialen Aufweiten der Verschalung **3075** während des Betriebs der Vorrichtung **3000**, um den Oberflächenbereich der Verschalung **3075** zu vergrößern, auf welchen während des radialen Aufweitungsprozesses eingewirkt wird. Auf diese Weise können die Betriebsdrücke verringert werden.

Alternativ kann die Vorrichtung **3000** verwendet werden, um einen ersten Rohrleitungsabschnitt mit einem existierenden Rohrleitungsabschnitt zu verbinden bzw. zu vereinigen. Alternativ kann die Vorrichtung **3000** verwendet werden, um das Innere der Schachtbohrung mit einer Verschalung direkt auszukleiden, ohne die Verwendung einer äußeren ringförmigen Schicht aus aushärtbarem Material. Alternativ kann die Vorrichtung **3000** verwendet werden, um ein rohrförmiges Traglelement in einem Loch aufzuweiten.

Unter Bezug auf **Fig. 21** wird nunmehr eine Vorrichtung **3330** zum Isolieren von unterirdischen Zonen erläutert. Eine Schachtbohrung **3005** mit einer Verschalung **3310** ist in einer unterirdischen Formation **3315** angeordnet. Die unterirdische Formation **3315** umfaßt eine Anzahl von produktiven und nicht produktiven Zonen, einschließlich einer Wasserzone **3320** und einer angezielten Öl-Sand-Zone **3325**. Während der Exploration der unterirdischen Formation **3315** kann die Schachtbohrung **3005** in an sich bekannter Weise aufgeweitet werden, um die verschiedenen produktiven und nicht produktiven Zonen, einschließlich der Wasserzone **3320** und der angezielten Öl-Sand-Zone **3325** zu queren.

Um die Wasserzone **3320** von der angezielten Öl-Sand-Zone **3325** fluidmäßig zu isolieren, wird eine Vorrichtung **3330** vorgesehen, welche einen oder mehrere Abschnitte einer massiven Verschalung **3335**, eine oder mehrere externe Dichtungen **3340**, einen oder mehrere Abschnitte einer geschlitzten Verschalung **3345**, einen oder mehrere Zwischenabschnitte einer massiven Verschalung **3350** und einen massiven Schuh **3355** umfaßt.

Die massive Verschalung **3335** kann mit einer Fluidleitung versehen sein, welche Fluide und anderes Material von einem Ende der massiven Verschalung **3335** zum anderen Ende der massiven Verschalung **3335** überträgt. Die massive Verschalung **3335** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Abschnitten aus massiver rohrförmiger Verschalung umfassen, wie beispielsweise Ölfeldrohre, hergestellt aus Chromstahl oder Glasfasern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die massive Verschalung **3335** Ölfeldrohre, erhältlich von verschiedenen ausländischen und inländischen Stahlwerken.

Die massive Verschalung **3335** ist bevorzugt mit der Verschalung **3310** verbunden. Die massive Verschalung **3335** kann mit der Verschalung **3310** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Prozessen verbunden sein bzw. werden, beispielsweise durch Schweißen, durch geschlitzte und aufweitbare Verbinder oder durch aufweitbare massive Verbinder. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die massive Verschalung **3335** mit der Verschalung **3310** unter Verwendung aufweiterbarer massiver Verbinder verbunden. Die massive Verschalung **3335** kann mehrere derartige massive Verschalungen **3335** umfassen.

Die massive Verschalung **3335** ist bevorzugt mit einer

oder mehreren geschlitzten Verschalungen **3345** verbunden. Die massive Verschalung **3335** kann mit der geschlitzten Verschalung **3345** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Prozessen verbunden sein, beispielsweise durch Schweißen, durch geschlitzte oder aufweitbare Verbinder. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die massive Verschalung **3335** mit der geschlitzten Verschalung **3345** durch aufweitbare massive Verbinder verbunden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Verschalung **3335** ein oder mehrere Ventilelemente **3360** zum Steuern der Strömung von Fluiden und anderen Materialien innerhalb des inneren Bereichs der Verschalung **3335**. Während des Produktionsbetriebsart-Betriebs kann ein internes rohrförmiges Gestänge mit verschiedenen Anordnungen von Dichtstücken, perforierten Rohren, Gleitbuchsen und Ventilen innerhalb der Vorrichtung verwendet werden, um verschiedene Optionen zum Vereinigen und Isolieren von unterirdischen Zonen mit bzw. von einander und Bereitstellen eines Fluidpfads zur Oberfläche verwendet werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die Verschalung **3335** in der Schachtbohrung **3005** durch Aufweiten der Verschalung **3335** in der radialen Richtung in innigen Kontakt mit den Innenwänden der Schachtbohrung **3005** plazierte. Die Verschalung **3335** kann in der radialen Richtung aufgeweitet werden unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Methoden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die Verschalung **3335** in der radialen Richtung unter Verwendung von einem oder mehreren Prozessen und Vorrichtungen aufgeweitet, die vorstehend erläutert sind.

Die Dichtungen **3340** verhindern den Hindurchtritt von Fluiden und anderen Materialien in den ringförmigen Bereich **3365** zwischen den massiven Verschalungen **3335** und **3350** und der Schachtbohrung **3005**. Die Dichtungen **3340** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungsmaterialien umfassen, die geeignet sind zum Abdichten einer Verschalung in einer Schachtbohrung, wie etwa beispielsweise Blei, Gummi oder Epoxidharz. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungen **3340** Stratalock-Epoxidharz-Material, erhältlich von Halliburton Energy Services.

Die geschlitzte Verschalung **3345** erlaubt es, daß Fluide und andere Materialien in das Innere der geschlitzten Verschalung **3345** hinein und aus diesem heraus sowie in den ringförmigen Bereich **3365** hinein und aus diesem hinaus treten. Auf diese Weise können Öl und Gas von einer unterirdischen Produktionszone innerhalb einer unterirdischen Formation erzeugt bzw. produziert werden. Die geschlitzte Verschalung **3345** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Abschnitten aus geschlitzter rohrförmiger Verschalung umfassen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die geschlitzte Verschalung **3345** eine aufweitbare geschlitzte rohrförmige Verschalung, erhältlich von Petroline in Aberdeen, Schottland. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform umfaßt die geschlitzte Verschalung **145** aufweitbare geschlitzte rohrförmige Sandsiebverschalungen, erhältlich von Petroline in Aberdeen, Schottland.

Die geschlitzte Verschalung **3345** ist bevorzugt mit einer oder mehreren massiven Verschalungen **3335** verbunden. Die geschlitzte Verschalung **3345** kann mit der massiven Verschalung **3335** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Prozessen verbunden werden, beispielsweise durch Schweißen, durch geschlitzte oder massive aufweitbare Verbinder. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die geschlitzte

Verschaltung **3345** mit der massiven Verschaltung **3335** durch aufweitbare massive Verbinder verbunden.

Die geschlitzte Verschaltung **3345** ist mit einer oder mehreren massiven Zwischenverschaltungen bevorzugt verbunden. Die geschlitzte Verschaltung **3345** kann mit der massiven Zwischenverschaltung **3350** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Prozessen verbunden werden, beispielsweise durch Schweißen oder durch aufweitbare massive oder geschlitzte Verbinder. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die geschlitzte Verschaltung **3345** mit der massiven Zwischenverschaltung **3350** durch aufweitbare massive Verbinder verbunden.

Der letzte Abschnitt der geschlitzten Verschaltung **3345** ist bevorzugt mit dem Schuh **3355** verbunden. Der letzte geschlitzte Abschnitt **3345** kann mit dem Schuh **3355** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Prozessen verbunden werden, wie beispielsweise durch Schweißen oder durch aufweitbare massive oder geschlitzte Verbinder. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die letzte geschlitzte Verschaltung **3345** mit dem Schuh **3355** durch einen aufweitbaren massiven Verbinder verbunden.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform wird der Schuh **3355** direkt mit der letzten der massiven Zwischenverschaltungen **3350** verbunden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die geschlitzten Verschaltungen **3345** innerhalb der Schachtbohrung **3305** positioniert durch Aufweiten der geschlitzten Verschaltungen **3345** in radialer Richtung in innigen Kontakt mit den Innenwänden der Schachtbohrung **3305**. Die geschlitzten Verschaltungen **3345** können in radialer Richtung unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Prozessen aufgeweitet werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die geschlitzten Verschaltungen **3345** in der radialen Richtung unter Verwendung von einem der vorstehend erläuterten Prozesse und eine der vorstehend erläuterten Vorrichtungen unter Bezug auf **Fig. 14a** bis **20** aufgeweitet.

Die massive Zwischenverschaltung **3350** erlaubt es, daß Fluide und andere Materialien zwischen benachbarten und geschlitzten Verschaltungen **3345** hindurchtreten können. Die massive geschlitzte Verschaltung **3350** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Abschnitten aus massiven rohrförmigen Verschaltungen umfassen, wie beispielsweise Ölfeldrohre, hergestellt aus Chromstahl oder Glasfasern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die massive Zwischenverschaltung **3350** Ölfeldrohre, erhältlich von ausländischen und inländischen Stahlwerken.

Die massive Zwischenverschaltung **3350** ist bevorzugt mit einem oder mehreren Abschnitten der geschlitzten Verschaltung **3345** verbunden. Die massive Zwischenverschaltung **3350** kann mit der geschlitzten Verschaltung **3345** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Prozessen verbunden werden, wie beispielsweise durch Schweißen oder durch massive oder geschlitzte aufweitbare Verbinder. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die massive Zwischenverschaltung **3350** mit der geschlitzten Verschaltung **3345** durch aufweitbare massive Verbinder verbunden. Die massive Zwischenverschaltung **3350** kann mehrere derartige massive Zwischenverschaltungen **3350** umfassen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt jede massive Zwischenverschaltung **3350** ein oder mehrere Dichtungselemente **3317** zum Steuern der Strömung von Fluiden und anderen Materialien innerhalb des inneren Bereichs der Zwischenverschaltung **3350**. Gemäß einer bevorzugten Aus-

führungsform, und wie sich dem Fachmann auf diesem Gebiet der Technik durch Studium der vorliegenden Offenbarung ohne weiteres erschließt, kann während der Produktionsbetriebsart ein rohrförmiges internes Gestänge mit verschiedenen Anordnungen aus Dichtstücken, perforierten Rohren, Gleitbuchsen und Ventilen innerhalb der Vorrichtung verwendet werden, um verschiedene Optionen zum Vereinigen und Isolieren von unterirdischen Zonen mit bzw. von einander verwendet, indem ein Fluidpfad zur Oberfläche bereitgestellt wird.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird die Zwischenverschaltung **3350** in die Schachtbohrung plaziert, indem die Zwischenverschaltung **3350** in der radialen Richtung in innigen Kontakt mit den Innenwänden der Schachtbohrung **3305** aufgeweitet wird. Die Zwischenverschaltung **3350** kann in der radialen Richtung unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell verfügbaren Methoden aufgeweitet werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform kann eine bzw. können mehrere massive Zwischenverschaltungen **3350** weggelassen werden. Gemäß einer alternativen bevorzugten Ausführungsform ist eine oder sind mehrere geschlitzte Verschaltungen **3345** mit einer oder mehreren Dichtungen **3340** vorgesehen.

Der Schuh **3355** stellt für die Vorrichtung **3330** ein Abstützelement bereit. Auf diese Weise können verschiedene Produktions- und Explorationswerkzeuge durch den Schuh **3355** verwendet werden. Der Schuh **3355** umfaßt eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Schuhen, die geeignet sind zur Verwendung in einer Schachtbohrung, beispielsweise ein Zement gefüllter Schuh, ein Aluminium- oder ein Verbundstoffschuh. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Schuh **3355** einen Aluminiumschuh, erhältlich von Halliburton. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Schuh **3355** gewählt, um eine ausreichende Druck- und Spannungsfestigkeit bereitzustellen, um die Verwendung von Produktions- und Explorationswerkzeugen hoher Kapazität bereitzustellen.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung **3330** mehrere massive Verschaltungen **3335**, mehrere Dichtungen **3340**, mehrere geschlitzte Verschaltungen **3345**, mehrere massive Zwischenverschaltungen **3350** und einen Schuh **3355**. Insbesondere kann die Vorrichtung **3330** eine oder mehrere massive Verschaltungen **3335**, jeweils mit einem oder mehreren Ventilelementen **3360**, n geschlitzte Verschaltungen **3345**, $n - 1$ massive Zwischenverschaltungen **3350**, jede mit einem oder mehreren Ventilelementen **3370**, und einen Schuh **3355** umfassen.

Während des Betriebs der Vorrichtung **3330** können Öl und Gas in gesteuerter Weise aus der angezielten Öl-Sand-Zone **3325** unter Verwendung der geschlitzten Verschaltungen **3345** produziert bzw. erzeugt werden. Das Öl und Gas können daraufhin zu einer Oberflächenstelle unter Verwendung der massiven Verschaltung **3335** transportiert werden. Die Verwendung von massiven Zwischenverschaltungen **3350** mit Ventilelementen **3370** ermöglicht es, daß isolierte Abschnitte der Zone **3325** für die Produktion wahlweise isoliert werden. Die Dichtungen **3340** ermöglichen es, daß die Zone **3325** von der Zone **3320** fluidmäßig isoliert wird. Die Dichtungen **3340** erlauben es außerdem, daß isolierte Abschnitte der Zone **3325** von einander fluidmäßig isoliert werden. Auf diese Weise erlaubt die Vorrichtung **3330**, daß unerwünschte und/oder nicht produktive unterirdische Zonen fluidmäßig isoliert werden.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform und wie sich dem Fachmann auf diesem Gebiet der Technik unter Studium der vorliegenden Offenbarung ohne weiteres er-

schließt, kann während der Produktionsbetriebsart ein inneres rohrförmiges Gestänge mit verschiedenen Anordnungen von Dichtstücken, perforierten Rohren, Gleitbuchsen und Ventilen innerhalb der Vorrichtung verwendet werden, um verschiedene Optionen zum Vereinigen und Isolieren von unterirdischen Zonen mit bzw. von einander bereitzustellen, während ein Fluidpfad zur Oberfläche bereitgestellt wird.

Unter Bezug auf **Fig. 22a, 22b, 22c und 22d** wird eine Ausführungsform einer Vorrichtung **3500** zum Ausbilden einer Schachtbohrungs-Verschalung bereitgestellt, während die Schachtbohrung gebohrt bzw. vorgetrieben wird. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung **3500** ein Tragelement **3505**, einen Dorn **3510**, eine Dornstarteinrichtung **3515**, einen Schuh **3520**, ein rohrförmiges Element **3525**, einen Schlammotor **3530**, eine Bohrspitze **3535**, einen ersten Fluiddurchlaß **3540**, einen zweiten Fluiddurchlaß **3545**, eine Druckkammer **3550**, einen dritten Fluiddurchlaß **3555**, eine Becherdichtung **3560**, einen Schmiermittelkörper **3565**, Dichtungen **3570** und eine lösbare Kupplung **3600**.

Das Tragelement **3505** ist mit dem Dorn **3510** verbunden. Das Tragelement **3505** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element ausreichender Festigkeit, um die Vorrichtung **3500** innerhalb der Schachtbohrung **3575** zu tragen und abzustützen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Tragelement **3505** außerdem einen oder mehrere (nicht gezeigte) Zentrierer, um die Stabilisierung der Vorrichtung **3500** zu fördern.

Das Tragelement **3505** kann einen oder mehrere Abschnitte von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen rohrförmigen Materialien umfassen, wie etwa beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Edelstahl oder Kohlenstoffstahl. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Tragelement **3505** ein Spiralarohr oder ein Bohrrrohr, um die Platzierung der Vorrichtung **3500** innerhalb einer nicht vertikalen Schachtbohrung in optimaler Weise zu ermöglichen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Tragelement **3505** einen ersten Fluiddurchlaß **3540** zum Fördern von Fluidmaterialien von einer Oberflächenstelle zu dem Fluiddurchlaß **3545**. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste Fluiddurchlaß **3540** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Wasser, Bohrschlamm, Zement, Epoxidharz oder Schlackengemisch, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 10.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der Dorn **3510** ist mit dem Tragelement **3505** verbunden und durch dieses abgestützt. Der Dorn **3510** ist außerdem mit der Dornstarteinrichtung **3515** und dem rohrförmigen Element **3525** verbunden und trägt diese. Der Dorn **3510** ist bevorzugt dazu ausgelegt, in radialer Richtung gesteuert aufzuweiten. Der Dorn **3510** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dornen umfassen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Dorn **3510** ein hydraulisches Aufweitungs Werkzeug, das in der US-A-5 348 095 offenbart ist, deren Inhalt zum Gegenstand der vorliegenden Offenbarung erklärt wird.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Dorn **3510** einen oder mehrere konische Abschnitte zum Aufweiten des rohrförmigen Elements **3525** in der radialen Richtung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weisen die Oberflächen der konischen Abschnitte des Dorns **3510** eine Oberflächenhärte auf, die von etwa 58 bis 62 Rockwell C reicht, um in optimaler Weise das rohrförmige Element **3525** radial aufzuweiten.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der

Dorn **3510** einen zweiten Fluiddurchlaß **3545**, der mit dem ersten Fluiddurchlaß **3540** und der Druckkammer **3550** fluidmäßig verbunden ist, um Fluidmaterialien aus dem ersten Fluiddurchlaß **3540** zu der Druckkammer **3550** zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite Fluiddurchlaß **3545** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Wasser, Bohrschlamm, Zement, Epoxidharz oder Schlackengemisch, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 12.000 psi bzw. 0 bis 3.500 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise einen Betriebsdruck für einen effizienten Betrieb bereitzustellen.

Die Dornstarteinrichtung **3515** ist mit dem rohrförmigen Element **3525**, dem Dorn **3510** und dem Schuh **3520** verbunden. Die Dornstarteinrichtung **3515** umfaßt bevorzugt ein verjüngtes ringförmiges Element, welches mit einem Abschnitt von zumindest den konischen Abschnitten der Außenseite des Dorns **3510** zusammenpaßt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Wandungsdicke der Dornstarteinrichtung geringer als die Wandungsdicke des rohrförmigen Elements **3525**, um das Einleiten des radialen Aufweitungsprozesses zu erleichtern, und um die Platzierung der Vorrichtung in Öffnungen mit geringem Spiel bzw. engen Freiräumen zu erleichtern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform beträgt die Wandungsdicke der Dornstarteinrichtung **3515** von etwa 50 bis 100% der Wandungsdicke des rohrförmigen Elements **3525** unmittelbar benachbart zu der Dornstarteinrichtung **3515**, um in optimaler Weise den radialen Aufweitungsprozeß zu erleichtern, und um das Einführen der Vorrichtung **3500** in Schachtbohrungs-Verschaltungen und andere Bereiche mit engen Zwischenräumen bzw. geringem Spiel zu erleichtern.

Die Dornstarteinrichtung **3515** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl oder Edelstahl. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dornstarteinrichtung **3515** aus Oilfield Country Tubular Goods höherer Festigkeit hergestellt, indem die Wandungsdicke geringer ist als diejenige des rohrförmigen Elements **3525**, um in optimaler Weise einen kleineren Behälter mit ungefähr derselben Berstfestigkeit wie das rohrförmige Element **3525** bereitzustellen.

Der Schuh **3520** ist mit der Dornstarteinrichtung **3515** und der lösbaren Kupplung **3600** verbunden. Der Schuh **3520** umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen ringförmiges Element. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Schuh **3520** bzw. die lösbare Kupplung **3600** einen dritten Fluiddurchlaß **3555**, der fluidmäßig mit der Druckkammer **3550** und dem Schlammotor **3530** verbunden ist.

Der Schuh **3520** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Schuhen umfassen, wie etwa beispielsweise einen solchen, der Zement gefüllt ist, mit Aluminium oder einem Verbundstoffmaterial, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Schuh **3520** einen hochfesten Schuh mit einer Berstfestigkeit ungefähr gleich derjenigen des rohrförmigen Elements **3525** und der Dornstarteinrichtung **3515**. Der Schuh **3520** ist bevorzugt mit dem Schlammotor **3530** durch eine lösbare Kupplung **3600** verbunden, um in optimaler Weise eine Entfernung des Schlammotors **3530** und der Bohrspitze **3535** bei Beendigung des Bohr- und Verschaltungsvorgangs zu ermöglichen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Schuh **3520** einen lösbaren Verriegelungsmechanismus **3600** zum Rückgewinnen und Entfernen des Schlammotors **3530** und der Bohrspitze **3535** bei der Beendigung der Bohr-

und Verschalungsbildungsvorgänge. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Schuh **3520** außerdem eine Antirotationseinrichtung zum Halten des Schuhs **3520** im wesentlichen in stationärer Drehposition während des Betriebs der Vorrichtung **3500**. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der lösbare Verriegelungsmechanismus **3600** mit dem Schuh **3520** lösbar verbunden.

Das rohrförmige Element **3525** ist mit dem Dorn **3510** verbunden und durch diesen abgestützt. Das rohrförmige Element **3525** wird in der radialen Richtung aufgeweitet und von dem Dorn **3510** weggepreßt. Das rohrförmige Element **3525** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods (OCTG), aus Chrom-13-Stahlrohren/Verschalungen, aus Stahl von Kraftfahrzeug-Qualität oder aus Kunststoffrohren/Verschalungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das rohrförmige Element **3525** hergestellt aus OCTG, um die Festigkeit nach der Aufweitung maximal zu gestalten. Die Innen- und Außendurchmesser des rohrförmigen Elements **3525** kann beispielsweise von ungefähr 0,75 bis 47 Inch, bzw. 1,05 bis 48 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reichen die Innen- und Außendurchmesser des rohrförmigen Elements **3525** von etwa 3 bis 15,5 Inch bzw. 3,5 bis 16 Inch, um optimaler Weise einen minimalen Teleskopiereffekt in den gebohrten Schachtbohrungsgrößen in optimaler Weise bereitzustellen. Das rohrförmige Element **3525** umfaßt ein ringförmiges Element mit massiven Wänden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der obere Endabschnitt **3580** des rohrförmigen Elements **3525** geschlitzt, perforiert oder anderweitig modifiziert, um den Dorn **3510** einzufangen bzw. abzubremesen, wenn der Dorn **3510** das Aufweiten des rohrförmigen Elements **3525** beendet. Für typische Materialien des rohrförmigen Elements **3525** beträgt seine Länge bzw. ist begrenzt auf zwischen etwa 40 bis 20.000 Fuß Länge. Das rohrförmige Element **3525** kann ein einziges rohrförmiges Element umfassen; alternativ kann es mehrere miteinander verbundene rohrförmige Element umfassen.

Der Schlammmotor **3530** ist mit dem Schuh **3520** und der Bohrspitze **3535** verbunden. Der Schlammmotor **3530** ist außerdem fluidmäßig mit dem Fluiddurchlaß **3555** verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Schlammmotor **3530** durch Fluidmaterialien angetrieben, wie etwa beispielsweise Bohrschlamm, Wasser, Zement, Epoxidharz, Schmiermittel oder Schlackengemisch, gefördert aus dem Fluiddurchlaß **3555** zu dem Schlammmotor **3530**. Auf diese Weise treibt der Schlammmotor **3530** die Bohrspitze **3535** an. Die Betriebsdrücke und Durchsätze zum Betreiben des Schlammmotors **3530** können beispielsweise von etwa 0 bis 12.000 psi bzw. 0 bis 10.000 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reichen die Betriebsdrücke und Durchsätze für den Betrieb des Schlammmotors **3530** von etwa 0 bis 5.000 psi bzw. 40 bis 3.000 Gallonen/Minute.

Der Schlammmotor **3530** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Schlammmotoren umfassen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Größe des Schlammmotors **3530** und der Bohrspitze **3535** so gewählt, daß sie das Innere des Schuhs **3520** und des aufgeweiteten rohrförmigen Elements **3525** durchsetzen bzw. durchlaufen können. Auf diese Weise können der Schlammmotor **3530** und die Bohrspitze **3535** aus einer lochab liegenden Stelle bei Beendigung des Bohr- und Verschalungsvorgangs rückgewonnen werden.

Die Bohrspitze **3535** ist mit dem Schlammmotor **3530** verbunden. Die Bohrspitze **3535** ist bevorzugt dazu ausgelegt, durch den Schlammmotor **3530** angetrieben zu werden. Auf diese Weise bohrt die Bohrspitze **3535** neue Abschnitte der Schachtbohrung **3575** auf.

Die Bohrspitze **3535** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Bohrspitzen umfassen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die Größe des Schlammmotors **3530** und der Bohrspitze **3535** so gewählt, daß diese das Innere des Schuhs **3520** und des aufgeweiteten rohrförmigen Elements **3525** durchlaufen kann. Auf diese Weise können der Schlammmotor **3530** und die Bohrspitze **3535** aus einer lochab liegenden Stelle bei Beendigung des Bohr- und Verschalungsvorgangs rückgewonnen werden. Gemäß mehreren alternativen bevorzugten Ausführungsformen umfaßt die Bohrspitze **3535** eine exzentrische Bohrspitze, eine doppelt zentrierte Bohrspitze oder eine Bohrspitze mit kleinem Durchmesser mit einem hydraulisch betätigten unteren Erweiterungsböhrer.

Der erste Fluiddurchlaß **3540** erlaubt es, daß Fluidmaterial zu dem zweiten Fluiddurchlaß **3545**, der Druckkammer **3550**, dem dritten Fluiddurchlaß **3555** und dem Schlammmotor **3530** transportiert werden. Der erste Fluiddurchlaß **3540** ist mit dem Tragelement **3505** verbunden und innerhalb desselben positioniert. Der erste Fluiddurchlaß **3540** erstreckt sich bevorzugt ausgehend von einer Position benachbart zu der Oberfläche zu dem zweiten Fluiddurchlaß **3545** innerhalb des Dorns **3510**. Der erste Fluiddurchlaß **3540** ist bevorzugt entlang einer Mittellinie der Vorrichtung **3500** positioniert.

Der zweite Fluiddurchlaß **3545** erlaubt es, daß Fluidmaterialien aus dem ersten Fluiddurchlaß **3540** zu der Druckkammer **3550**, dem dritten Fluiddurchlaß **3555** und dem Schlammmotor **3530** gefördert werden. Der zweite Fluiddurchlaß **3545** ist mit dem Dorn **3510** verbunden und innerhalb desselben positioniert. Der zweite Fluiddurchlaß **3545** erstreckt sich bevorzugt ausgehend von einer Position benachbart zu dem ersten Fluiddurchlaß **3540** zum Boden des Dorns **3510**. Der zweite Fluiddurchlaß **3545** ist bevorzugt im wesentlichen entlang der Mittellinie der Vorrichtung **3500** positioniert.

Die Druckkammer **3550** erlaubt es, daß Fluidmaterialien aus dem zweiten Fluiddurchlaß **3545** zu dem dritten Fluiddurchlaß **3555** und dem Schlammmotor **3530** gefördert werden. Die Druckkammer ist bevorzugt festgelegt durch den Bereich unterhalb des Dorns **3510** und innerhalb des rohrförmigen Elements **3525**, der Dornstarteinrichtung **3510**, des Schuhs **3520** und der lösbaren Kupplung **3600**. Während des Betriebs der Vorrichtung **3500** veranlaßt ein Unterdrucksetzen der Druckkammer **3550** das rohrförmige Element **3525** dazu, von dem Dorn **3510** weggepreßt zu werden.

Der dritte Fluiddurchlaß **3555** erlaubt es, daß Fluidmaterialien aus der Druckkammer **3550** zu dem Schlammmotor **3530** gefördert werden. Der dritte Fluiddurchlaß **3555** kann mit dem Schuh **3520** oder der lösbaren Kupplung **3600** verbunden und in diesem bzw. in dieser angeordnet sein. Der dritte Fluiddurchlaß **3555** erstreckt sich bevorzugt ausgehend von einer Position benachbart zu der Druckkammer **3550** zum Boden des Schuhs **3520** oder zur lösbaren Kupplung **3600**. Der dritte Fluiddurchlaß **3555** ist bevorzugt im wesentlichen entlang der Mittellinie der Vorrichtung **3500** positioniert.

Die Fluiddurchlässe **3540**, **3545** und **3555** sind bevorzugt gewählt, um Materialien, wie etwa Zement, Bohrschlamm oder Epoxidharz, mit durch Schweißen, amorphes Verbin-

den bzw. Kleben, zu fördern, die von etwa 0 bis 3.000 Gallonen/Minute bzw. 0 bis 9.000 psi reichen, um in optimaler Weise betriebsmäßige Effizienz bereitzustellen.

Die Becherdichtung **3560** ist mit der Außenseite des Tragelements **3505** verbunden und durch diese abgestützt. Die Becherdichtung **3560** verhindert, daß Fremdmaterialien in den inneren Bereich des rohrförmigen Elements **3525** eindringt. Die Becherdichtung **3560** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Becherdichtungen umfassen, wie etwa beispielsweise TP-Becher oder SIP-Becher, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Becherdichtung **3560** SIP-Becher, erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas, um in optimaler Weise das Eindringen von Fremdmaterialien zu blockieren, und um einen Schmiermitteltörper aufzunehmen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung **3500** mehrere derartige Becherdichtungen, um in optimaler Weise das Eindringen von Fremdmaterial in den inneren Bereich des rohrförmigen Elements **3525** im Bereich des Dorns **3510** zu verhindern.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist eine Schmiermittelmenge **3565** in dem ringförmigen Bereich um den Dorn **3510** im Innern des rohrförmigen Elements **3525** vorgesehen. Auf diese Weise wird das Pressen des rohrförmigen Elements **3525** weg von dem Dorn **3510** erleichtert. Das Schmiermittel **3565** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Schmiermitteln umfassen, wie etwa beispielsweise Lubriplate, auf Chlor basierende Schmiermittel, auf Öl basierende Schmiermittel, oder Climax 1500 Antiseize (3100). Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Schmiermittel **3565** Climax 1500 Antiseize (1300), erhältlich von Climax Lubricants and Equipment Co. in Houston, Texas, um in optimaler Weise eine optimale Schmierung zur Erleichterung des Aufweitungsprozesses bereitzustellen.

Die Dichtungen **3570** sind mit dem Endabschnitt **3580** des rohrförmigen Elements **3525** verbunden und werden durch diesen abgestützt. Die Dichtungen **3570** sind außerdem auf einer Außenseite des Endabschnitts **3580** des rohrförmigen Elements **3525** angeordnet. Die Dichtungen **3570** erlauben es, daß die Überlappungsverbindung zwischen dem unteren Endabschnitt **3585** eines bereits existierenden Verschalungsabschnitts **3590** und dem Endabschnitt **3580** des rohrförmigen Elements **3525** fluidmäßig abgedichtet werden. Die Dichtungen **3570** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungen umfassen, wie etwa beispielsweise Blei-, Gummi-, Teflon- oder Epoxidharzdichtungen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Dichtungen **3570** aus Stratalock-Epoxidharz geformt, erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas, um in optimaler Weise einen Last tragenden Grenzflächensitz zwischen dem Ende **3580** des rohrförmigen Elements **3525** und dem Ende **3585** der bereits existierenden Verschalung **3590** bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Dichtungen **3570** gewählt, um in optimaler Weise eine ausreichende Reibungskraft zur Abstützung des aufgeweiteten rohrförmigen Elements **3525** von der bereits existierenden Verschalung **3590** bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Reibungskraft, die in optimaler Weise durch die Dichtungen **3570** vorgesehen ist, von etwa 1.000 bis 1.000.000 lbf, um in optimaler Weise das aufgeweitete rohrförmige Element **3525** abzustützen.

Die lösbare Kupplung **3600** ist bevorzugt lösbar mit dem Boden des Schuhs **3520** verbunden. Gemäß einer bevorzug-

ten Ausführungsform umfaßt die lösbare Kupplung **3600** Fluidmaterialien zum Abdichten der Grenzfläche zwischen der lösbaren Kupplung **3600** und dem Schuh **3530**. Auf diese Weise kann die Druckkammer **3550** unter Druck gesetzt werden. Die lösbare Kupplung **3600** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen lösbaren Kupplungen umfassen, die geeignet sind für Bohrvorgänge, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung.

Während des Betriebs der Vorrichtung **3500** wird, wie in Fig. 22A gezeigt, die Vorrichtung **3500** bevorzugt anfänglich innerhalb eines bereits existierenden Abschnitts einer Schachtbohrung **3575** positioniert, enthaltend einen vorab existierenden Schachtbohrungs-Verschalungsabschnitt **3590**. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der obere Endabschnitt **3580** des rohrförmigen Elements **3525** in überlappender Beziehung mit dem unteren Ende **3585** des bereits existierenden Verschalungsabschnitts **3590** positioniert. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die Vorrichtung **3500** anfänglich in der Schachtbohrung **3575** positioniert, wobei die Bohrspitze **353** sich in Kontakt mit dem Boden der Schachtbohrung **3575** befindet. Während der anfänglichen Plazierung der Vorrichtung **3500** in der Schachtbohrung **3575** wird das rohrförmige Element **3525** durch den Dorn **3510** bevorzugt abgestützt.

Wie in Fig. 22B gezeigt, wird daraufhin ein Fluidmaterial **3595** in den ersten Fluiddurchlaß **3540** gepumpt. Das Fluidmaterial **3595** wird bevorzugt aus dem ersten Fluiddurchlaß **3540** zu dem zweiten Fluiddurchlaß **3545**, die Druckkammer **3550**, den dritten Fluiddurchlaß **3555** und den Einlaß des Schlammotors **3530** gefördert. Das Fluidmaterial **3595** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Fluidmaterialien umfassen, wie etwa beispielsweise Bohrschlamm, Wasser Zement, Epoxidharz oder Schlackengemisch. Das Fluidmaterial **3595** kann in den ersten Fluiddurchlaß **3540** mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt werden, die beispielsweise von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Das Fluidmaterial **3595** gelangt in den Einlaß für den Schlammmotor **3530** und treibt den Schlammmotor **3530** an. Das Fluidmaterial **3595** verläßt daraufhin den Schlammmotor **3530** und gelangt in den ringförmigen Bereich, der die Vorrichtung **3500** in der Schachtbohrung **3575** umgibt. Der Schlammmotor **3530** treibt seinerseits die Bohrspitze **3535** an. Der Betrieb der Bohrspitze **3535** führt zum Ausbohren des neuen Schachtbohrungsabschnitts **3575**.

In dem Fall, daß das Fluidmaterial **3595** ein aushärtbares Fluidmaterial umfaßt, wird das Fluidmaterial **3595** bevorzugt aushärten gelassen, um einen äußeren ringförmigen Körper zu bilden, welcher die Peripherie des aufgeweiteten rohrförmigen Elements **3525** umgibt. In dem Fall, daß das Fluidmaterial **3595** ein nicht aushärtbares Fluidmaterial ist, wird das rohrförmige Element **3595** bevorzugt in innigen Kontakt mit den Innenwänden der Schachtbohrung **3575** aufgeweitet. Auf diese Weise ist ein äußerer ringförmiger Körper in den Anwendungen nicht erforderlich bzw. vorgesehen.

Wie in Fig. 22C gezeigt, erzeugt zu einem bestimmten Betriebszeitpunkt des Schlammotors **3530** und der Bohrspitze **3535** der Druckabfall über dem Schlammmotor **3530** einen ausreichenden Gegendruck, um den Betriebsdruck in der Druckkammer **3550** dazu zu veranlassen, auf einen Druck anzuwachsen, der erforderlich ist, das rohrförmige Element **3525** von dem Dorn **3510** wegzupressen. Die Erhöhung des Betriebsdrucks in der Druckkammer **3550** veranlaßt das rohrförmige Element **3525** daraufhin dazu, von dem Dorn **3510** weggepreßt zu werden, wie in Fig. 22D gezeigt. Für typische rohrförmige Element **3525** kann der erforderli-

che Betriebsdruck von beispielsweise etwa 1.000 bis 9.000 psi reichen. Auf diese Weise wird eine Schachtbohrungs-Verschalung gleichzeitig mit dem Ausbohren eines neuen Schachtbohrungsabschnitts gebildet.

Während des Betriebs der Vorrichtung **3500** wird gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform die Vorrichtung **3500** in die Schachtbohrung **3575** abgesenkt, bis die Bohrspitze **3535** benachbart zum Boden der Schachtbohrung **3575** zu liegen kommt. Während dieses Vorgangs wird das rohrförmige Element **3525** bevorzugt durch den Dorn **3510** abgestützt. Die Vorrichtung **3500** wird daraufhin abgesenkt, bis die Bohrspitze **3535** in intigen Kontakt mit dem Boden der Schachtbohrung **3575** plaziert ist. Zu diesem Zeitpunkt wird zumindest ein Teil des Gewichts des rohrförmigen Elements **3525** durch die Bohrspitze **3535** getragen.

Das Fluidmaterial **3959** wird daraufhin in den ersten Fluiddurchlaß **3540**, den zweiten Fluiddurchlaß **3545**, die Druckkammer **3550**, den dritten Fluiddurchlaß **3555** und den Einlaß des Schlamm Motors **3530** gepumpt. Der Schlamm Motor **3530** treibt daraufhin die Bohrspitze **3535** an, um einen neuen Abschnitt der Schachtbohrung **3575** auszu bohren. Sobald der Differenzdruck bzw. Differentialdruck über dem Schlamm Motor **3530** den minimalen Aufwei tungsdruck für das rohrförmige Element **3525** übersteigt, beginnt das rohrförmige Element **3525** damit, von dem Dorn **3510** weggepreßt zu werden. Wenn das rohrförmige Ele ment **3525** von dem Dorn **3510** weggepreßt wird, wird das Gewicht des aufgeweiteten Abschnitts des rohrförmigen Elements **3525** zu der Bohrspitze **3535** übertragen und durch dieses aufgenommen. Gemäß einer bevorzugten Aus führungsform wird der Pumpdruck des Fluidmaterials **3595** im wesentlichen während des gesamten Prozesses konstant gehalten. Zu einem bestimmten Zeitpunkt während des Wegpreßprozesses des rohrförmigen Elements **3525** weg von dem Dorn **3510** wird ein ausreichender Teil des Ge wichts des rohrförmigen Elements **3525** auf die Bohrspitze **3535** übertragen, um den Wegpreßprozeß aufgrund der ent gegen gerichteten Kraft zu stoppen. Ein fortgesetztes Boh ren durch die Bohrspitze **3535** überträgt gegebenenfalls ein en ausreichenden Teil des Gewichts des aufgeweiteten Ab schnitts des rohrförmigen Elements **3525** zurück zu dem Dorn **3510**. Zu diesem Zeitpunkt dauert das Pressen des rohrförmigen Elements **3525** weg von dem Dorn **3510** an. Auf diese Weise ist das Tragelement **3505** zu keinem Zeit punkt bewegt worden, und keine Bohrröhrverbindungen sind an der Oberfläche vorgenommen worden, weil der neue Schachtbohrungs-Verschalungsabschnitt innerhalb des neu gebohrten Schachtbohrungsabschnitts erzeugt wird durch das konstante Abwärtsbewegen des aufgeweiteten rohrförmigen Elements **3525** weg von dem Dorn **3510**.

Sobald der neue Schachtbohrungsabschnitt, der mit dem vollständig aufgeweiteten rohrförmigen Element **3525** ausgekleidet ist, fertiggestellt ist, werden das Tragelement **3305** und der Dorn **3510** aus der Schachtbohrung **3525** entfernt. Die Bohranordnung mit dem Schlamm Motor **3530** und der Bohrspitze **3535** wird daraufhin bevorzugt entfernt, indem ein Bohrgestänge in den neuen Schachtbohrungs-Verschalungsabschnitt abgesenkt wird, und indem die Bohranordnung rückgewonnen wird unter Verwendung der Verriegelung **3600**. Das aufgeweitete rohrförmige Element **3525** wird daraufhin zementiert unter Verwendung herkömmlicher Quetschzementmethoden, um ein massives ringförmiges Dichtungselement um die Peripherie des aufgeweiteten rohrförmigen Elements **3525** bereitzustellen.

Alternativ kann die Vorrichtung **3500** verwendet werden, um eine unterirdische Rohrleitung zu reparieren oder auszu bilden, oder um ein Tragelement für eine Struktur zu bilden. Gemäß mehreren bevorzugten Ausführungsformen werden

die Lehren der Vorrichtung **3500** kombiniert mit den Lehren der in **Fig. 1** bis **21** gezeigten Ausführungsformen. Bei spielsweise kann durch betriebsmäßiges Verbinden des Schlamm Motors **3530** und der Bohrspitze **3535** mit den Druckkammern, die verwendet werden für das radiale Auf weiten der rohrförmigen Elemente der unter Bezug auf **Fig. 1** bis **21** gezeigten und erläuterten Ausführungsformen, die Verwendung von Stopfen entfallen und die rohrförmige Aufweitung der rohrförmigen Elemente kann kombiniert werden mit dem Ausbohren neuer Schachtbohrungsabschnitte.

Unter Bezug auf **Fig. 23A, 23B** und **23C** wird eine Vorrichtung **3700** zum Aufweiten eines rohrförmigen Elements nunmehr erläutert. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung **3700** ein Tragelement **3705**, ein Dichtstück **3710**, eine erste Fluidleitung **3715**, einen ringförmigen Fluiddurchlaß **3720**, Fluideinlässe **3725**, eine ringförmige Dichtung **3730**, eine zweite Fluidleitung **3735**, einen Fluiddurchlaß **3740**, einen Dorn **3745**, eine Dornstarteinrichtung **3750**, ein rohrförmiges Element **3755**, Gleitelemente **3760** und Dichtungen **3765**. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die Vorrichtung **3700** eingesetzt, um das rohrförmige Element **3755** radial aufzuweiten. Auf diese Weise kann die Vorrichtung **3700** verwendet werden, um eine Schachtbohrungsauskleidung zu bilden, um eine Schachtbohrung auszukleiden, um eine Rohrleitung zu bilden, um eine Rohrleitung auszukleiden, um ein strukturelles Tragelement zu bilden, oder um eine Schachtbohrungsauskleidung, eine Rohrleitung oder ein strukturelles Tragelement zu reparieren. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die Vorrichtung **3700** verwendet, um zumindest einen Teil des rohrförmigen Elements **3755** auf ein bereits existierendes rohrförmiges Element aufzubringen.

Das Tragelement **3705** ist bevorzugt mit dem Dichtstück **3710** und der Dornstarteinrichtung **3750** verbunden. Das Tragelement **3705** umfaßt ein rohrförmiges Element, das hergestellt ist aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl oder Edelstahl. Das Tragelement **3705** ist bevorzugt gewählt, um durch einen bereits existierenden Abschnitt einer Schachtbohrungs-Verschalung **3770** zu passen. Auf diese Weise kann die Vorrichtung **3700** innerhalb einer Schachtbohrungs-Verschalung **3770** positioniert werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Tragelement **3705** mit der Dornstarteinrichtung **3750** lösbar verbunden. Auf diese Weise kann das Tragelement **3705** von der Dornstarteinrichtung **3750** bei Beendigung des Aufweitungsvorgangs entkoppelt werden.

Das Dichtstück **3710** ist mit dem Tragelement **3705** und der ersten Fluidleitung **3715** verbunden. Das Dichtstück **3710** stellt bevorzugt eine Fluidichtung zwischen der Außenseite der ersten Fluidleitung **3715** und der Innenseite des Tragelements **3705** bereit. Auf diese Weise dichtet das Dichtstück **3710** bevorzugt ab und legt in Kombination mit dem Tragelement **3705**, der ersten Fluidleitung **3715**, der zweiten Fluidleitung **3735** und dem Dorn **3745** eine ringförmige Kammer **3775** fest. Das Dichtstück **3710** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtstücken umfassen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung.

Die erste Fluidleitung **3715** ist mit dem Dichtstück **3710** und der ringförmigen Dichtung **3730** verbunden. Die erste Fluidleitung **3715** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element, hergestellt aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie etwa beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl oder Edelstahl. Gemäß einer

bevorzugten Ausführungsform umfaßt die erste Fluidleitung **3715** einen oder mehrere Fluideinlässe **3725** zum Fördern von Fluidmaterialien aus dem ringförmigen Fluiddurchlaß **3720** in die Kammer **3775**.

Der ringförmige Fluiddurchlaß **3720** ist durch die Innenseite der ersten Fluidleitung **3715** und die Innenseite der zweiten Fluidleitung **3735** festgelegt und dort positioniert. Der ringförmige Fluiddurchlaß **3720** ist bevorzugt dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa Zement, Wasser, Epoxidharz, Schmiermittel und Schlackengemisch, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise betriebsmäßige Effizienz bereitzustellen.

Die Fluideinlässe **3725** sind in einem Endabschnitt der ersten Fluidleitung **3715** angeordnet. Die Fluideinlässe **3725** sind bevorzugt dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa Zement, Wasser, Epoxidharz, Schmiermittel und Schlackengemisch, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise betriebsmäßige Effizienz bereitzustellen.

Die ringförmige Dichtung **3730** ist mit der ersten Fluidleitung **3715** und der zweiten Fluidleitung **3735** verbunden. Die ringförmige Dichtung **3730** ist bevorzugt mit einer Fluidichtung zwischen der Innenseite der ersten Fluidleitung **3715** und der Außenseite der zweiten Fluidleitung **3735** versehen. Die ringförmige Dichtung **3730** stellt bevorzugt eine Fluidichtung zwischen der Innenseite der ersten Fluidleitung **3715** und der Außenseite der zweiten Fluidleitung **3735** während der Relativbewegung der ersten Fluidleitung **3715** und der zweiten Fluidleitung **3735** bereit. Die ringförmige Dichtung **3730** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypackdichtungen oder Metallfeder-vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Dichtung **3730** eine Polypackdichtung, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für eine axiale Bewegung bereitzustellen.

Die zweite Fluidleitung **3735** ist mit der ringförmigen Dichtung **3730** und dem Dorn **3845** verbunden. Die zweite Fluidleitung umfaßt bevorzugt ein rohrförmiges Element, hergestellt aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie etwa beispielsweise aus Spiralrohren, Oilfield Country Tubular Goods, Niederlegierungsstahl, Edelstahl oder Stahl mit niedrigem Kohlenstoffgehalt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die zweite Fluidleitung **3735** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa Zement, Wasser, Epoxidharz, Schmiermittel und Schlackengemisch, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise betriebsmäßige Effizienz bereitzustellen.

Der Fluiddurchlaß **3740** ist mit der zweiten Fluidleitung **3735** und dem Dorn **3745** verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß **3740** dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa Zement, Wasser, Epoxidharz, Schmiermittel und Schlackengemisch, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise betriebsmäßige Effizienz bereitzustellen.

Der Dorn **3745** ist mit der zweiten Fluidleitung **3735** und der Dornstarteinrichtung **3750** verbunden. Der Dorn **3745** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit einem konischen Abschnitt, hergestellt aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie etwa beispielsweise Kohlenstoffstahl, Werkzeugstahl, Keramik oder Verbundstoffmaterialien. Gemäß einer bevorzug-

ten Ausführungsform reicht der Angriffswinkel des konischen Abschnitts des Dorns **3745** von etwa 10 bis 30°, um in optimaler Weise die Dornstarteinrichtung **3750** und das rohrförmige Element **3755** in der radialen Richtung aufzuweiten. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Oberflächenhärte des konischen Abschnitts des Dorns **3745** von etwa 50 Rockwell C bis 70 Rockwell C. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform reicht die Oberflächenhärte der Außenseite des konischen Abschnitts des Dorns **3745** von etwa 58 Rockwell C bis 62 Rockwell C, um in optimaler Weise hohe Dehnfestigkeit bereitzustellen. Gemäß einer alternativen Ausführungsform ist der Dorn **3745** aufweitbar, um den radialen Aufweitungsprozeß zusätzlich optimal zu verbessern.

Die Dornstarteinrichtung **3750** ist mit dem Tragelement **3705**, dem Dorn **3745** und dem rohrförmigen Element **3755** verbunden. Die Dornstarteinrichtung **3750** umfaßt bevorzugt ein rohrförmiges Element mit variablem Querschnitt und verringerter Wandungsdicke, um den radialen Aufweitungsprozeß zu erleichtern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Querschnitt der rohrförmigen Dornstarteinrichtung **3750** an einem Ende so ausgelegt, daß er mit dem Dorn **3745** zusammenpaßt, und am anderen Ende ist der Querschnitt der rohrförmigen Dornstarteinrichtung **3750** dazu ausgelegt, daß er mit dem Querschnitt des rohrförmigen Elements **3755** zusammenpaßt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Wandungsdicke der Dornstarteinrichtung **3750** von etwa 50 bis 100% der Wandungsdicke des rohrförmigen Elements **3755**, um das Einleiten des radialen Aufweitungsprozesses zu erleichtern.

Die Dornstarteinrichtung **3750** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niederlegierungsstahl, Edelstahl oder Kohlenstoffstahl. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dornstarteinrichtung **3750** aus Oilfield Country Tubular Goods hergestellt, das eine höhere Festigkeit aufweist, jedoch eine geringere Wandungsdicke als das rohrförmige Element **3755**, um in optimaler Weise mit der Berstfestigkeit des rohrförmigen Elements **3755** übereinzustimmen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dornstarteinrichtung **3750** mit dem rohrförmigen Element **3755** lösbar verbunden. Auf diese Weise kann die Dornstarteinrichtung **3750** aus der Schachtbohrung **3780** bei der Beendigung eines Aufweitungsvorgangs entfernt werden.

Das rohrförmige Element **3755** ist mit der Dornstarteinrichtung, den Gleitelementen **3760** und den Dichtungen **3765** verbunden. Das rohrförmige Element **3755** umfaßt bevorzugt ein rohrförmiges Element, hergestellt aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie etwa beispielsweise Niederlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder Oilfield Country Tubular Goods. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das rohrförmige Element **3755** aus Oilfield Country Tubular Goods hergestellt.

Die Gleitelemente **3760** sind mit der Außenseite des rohrförmigen Elements **3755** verbunden. Die Gleitelemente **3760** sind bevorzugt dazu ausgelegt, die Innenwände einer Verschalung, einer Rohrleitung oder einer anderen Struktur bei der radialen Aufweitung des rohrförmigen Elements **3755** zu verbinden. Auf diese Weise stellen die Gleitelemente **3760** eine strukturelle Abstützung für das aufgeweitete rohrförmige Element **3755** bereit. Die Gleitelemente **3760** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Gleitelementen umfassen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung.

Die Dichtungen **3765** sind mit der Außenseite des rohrförmigen Elements **3755** verbunden. Die Dichtungen **3765** stellen bevorzugt eine Fluiddichtung zwischen der Außenseite des aufgeweiteten rohrförmigen Elements **3755** und den Innenwänden einer Verschalung, einer Rohrleitung oder einer anderen Struktur bei der radialen Aufweitung des rohrförmigen Elements **3755** bereit. Auf diese Weise stellen die Dichtungen **3765** eine Fluiddichtung für das aufgeweitete rohrförmige Element **3755** bereit. Die Dichtungen **3765** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungen umfassen, wie etwa beispielsweise aus Blei, Gummi, Teflon oder Epoxidharz, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungen **3765** Dichtungen, geformt aus Stratalock-Epoxidharz, erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas, um in optimaler Weise eine hydraulische Abdichtung in der Überlappingsverbindung bereitzustellen und die Lasttragfähigkeit optimal bereitzustellen, um typischen Spannungs- und Drucklasten widerstehen zu können.

Während des Betriebs der Vorrichtung **3700** wird die Vorrichtung **3700** bevorzugt in eine Schachtbohrung **3780** abgesenkt, die einen bereits existierenden Schachtbohrungs-Verschaltungsabschnitt **3770** umfaßt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die Vorrichtung **3700** bevorzugt zumindest in einem Teil eines rohrförmigen Elements **3755** angeordnet, der einen Teil einer Schachtbohrungs-Verschaltung **3770** überlappt. Auf diese Weise veranlaßt die radiale Aufweitung des rohrförmigen Elements **3755** bevorzugt die Außenseite des aufgeweiteten rohrförmigen Elements **3755** dazu, mit der Innenseite der Schachtbohrungs-Verschaltung **3770** eine Verbindung einzugehen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform veranlaßt die radiale Aufweitung des rohrförmigen Elements **3755** außerdem, die Gleitelemente **3760** und die Dichtungen **3765** dazu, mit der Innenseite der Schachtbohrungs-Verschaltung **3770** in Eingriff zu gelangen. Auf diese Weise wird das aufgeweitete rohrförmige Element **3755** mit einer verbesserten strukturellen Abstützung durch die Gleitelemente **3760** und mit einer verbesserten Fluiddichtung durch die Dichtungen **3765** versehen.

Wie in Fig. 23B gezeigt, wird nach einer Platzierung der Vorrichtung **3700** in Überlappingsbeziehung mit der Schachtbohrungs-Verschaltung **3770** ein Fluidmaterial **3785** bevorzugt in die Kammer **3775** unter Verwendung des Fluiddurchlasses **3720** und der Einlaßdurchlässe **3725** gepumpt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Fluidmaterial in die Kammer **3775** mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise betriebsmäßige Effizienz bereitzustellen. Das gepumpte Fluidmaterial **3785** erhöht den Betriebsdruck innerhalb der Kammer **3775**. Der erhöhte Betriebsdruck in der Kammer **3775** veranlaßt wiederum den Dorn **3745** dazu, die Dornstarteinrichtung **3750** und das rohrförmige Element **3755** von der Oberfläche des Dorns **3745** weg zu pressen. Das Pressen der Dornstarteinrichtung **3750** und des rohrförmigen Elements **3755** weg von der Oberfläche des Dorns **3745** veranlaßt die Dornstarteinrichtung **3750** und das rohrförmige Element **3755** dazu, in der radialen Richtung aufzuweiten. Fortgesetztes Pumpen des Fluidmaterials **3785** veranlaßt die gesamte Länge des rohrförmigen Elements **3755** dazu, in der radialen Richtung aufzuweiten.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die Pumpgeschwindigkeit und der Pumpdruck des Fluidmaterials **3785** während der letzten Stufen des Aufweitungsprozesses verringert, um den Stoß auf die Vorrichtung **3700** zu minimieren. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform

umfaßt die Vorrichtung **3700** Stoßabsorber zum Absorbieren des Stoßes, der durch die Beendigung des Aufweitungsprozesses hervorgerufen wird.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform veranlaßt der Aufweitungsprozeß den Dorn **3745** dazu, sich in axialer Richtung **3785** zu bewegen. Während der axialen Bewegung des Dorns fördert gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Fluiddurchlaß **3740** Fluidmaterial **3790**, verschoben durch den sich bewegenden Dorn **3745**, aus der Schachtbohrung **3780** heraus. Auf diese Weise werden die betriebsmäßige Effizienz und Geschwindigkeit des Aufweitungsprozesses verbessert bzw. erhöht.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Aufweitungsprozeß das Einspritzen eines aushärtbaren Fluidmaterials in den ringförmigen Bereich zwischen dem rohrförmigen Element **3755** und dem Bohrloch **3708**. Auf diese Weise wird eine aushärtbare Dichtungsschicht zwischen dem aufweitbaren rohrförmigen Element **3755** und den inneren Wänden der Schachtbohrung **3780** bereitgestellt.

Bei Beendigung des Aufweitungsprozesses werden gemäß einer bevorzugten Ausführungsform und wie in Fig. 23C gezeigt, das Tragelement **3705**, das Dichtstück **3710**, die erste Fluidleitung **3715**, die ringförmige Dichtung **3730**, die zweite Fluidleitung **3735**, der Dorn **3745** und die Dornstarteinrichtung **3750** aus der Schachtbohrung **3780** entfernt.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform wird die Vorrichtung **3700** verwendet, um eine bereits existierende Schachtbohrungs-Verschaltung, eine Rohrleitung oder einen strukturellen Träger zu reparieren. Gemäß einer alternativen Ausführungsform umfassen beide Enden des rohrförmigen Elements **3755** bevorzugt Gleitelemente **3760** und Dichtungen **3765**.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform wird die Vorrichtung **3700** dazu eingesetzt, einen rohrförmigen strukturellen Träger für eine Gebäude- bzw. eine Offshore-Struktur bereitzustellen.

Anhand von Fig. 24A, 24B, 24C, 24D und 24E wird nunmehr eine Vorrichtung **3900** zum Aufweiten eines rohrförmigen Elements erläutert. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung **3900** ein Tragelement, **3905**, eine Dornstarteinrichtung **3910**, einen Dorn **3915**, einen ersten Fluiddurchlaß **3920**, ein rohrförmiges Element **3925**, Gleitelemente **3930**, Dichtungen **3935**, einen Schuh **3940** und einen zweiten Fluiddurchlaß **3945**. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die Vorrichtung **3900** verwendet, um die Dornstarteinrichtung **3910** und das rohrförmige Element **3925** aufzuweiten. Auf diese Weise kann die Vorrichtung **3900** verwendet werden, um eine Schachtbohrungs-Verschaltung zu bilden, eine Schachtbohrungs-Verschaltung zu verkleiden, eine Rohrleitung zu bilden, eine Rohrleitung zu verkleiden, ein strukturelles Tragelement zu bilden oder eine Schachtbohrungs-Verschaltung, eine Rohrleitung oder ein strukturelles Tragelement zu reparieren. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die Vorrichtung **3900** verwendet, um zumindest einen Teil des rohrförmigen Elements **3925** auf einem bereits existierenden strukturellen Element aufzutragen.

Das Tragelement **3905** ist bevorzugt mit der Dornstarteinrichtung **3910** verbunden. Das Tragelement **3905** umfaßt bevorzugt ein rohrförmiges Element, das aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt ist, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl oder Edelstahl. Das Tragelement **3905**, die Dornstarteinrichtung **3910**, das rohrförmige Element **3925** und der Schuh **3940** sind bevorzugt gewählt, um durch einen be-

reits existierenden Abschnitt einer Schachtbohrungs-Verschalung **3950** zu passen. Auf diese Weise kann die Vorrichtung **3900** innerhalb einer Schachtbohrungs-Verschalung **3970** positioniert werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Tragelement **3905** mit der Dornstarteinrichtung **3910** lösbar verbunden. Auf diese Weise kann das Tragelement **3905** von der Dornstarteinrichtung **3910** bei Beendigung des Aufweitungsvorgangs entkoppelt werden.

Die Dornstarteinrichtung **3910** ist mit dem Tragelement **3905** und dem rohrförmigen Element **3925** verbunden. Die Dornstarteinrichtung **3910** umfaßt bevorzugt ein rohrförmiges Element mit variablem Querschnitt und verringerter Wandungsdicke, um den radialen Aufweitungsprozeß zu erleichtern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Querschnittsbereich der Dornstarteinrichtung **3910** an einem Ende dazu ausgelegt, mit dem Dorn **3915** zusammenzupassen, und am anderen Ende ist der Querschnitt der Dornstarteinrichtung **3910** dazu ausgelegt, mit dem Querschnitt des rohrförmigen Elements **3925** übereinzustimmen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Wanddicke der Dornstarteinrichtung **3910** von etwa 50 bis 100% der Wanddicke des rohrförmigen Elements **3925**, um das Einleiten des radialen Aufweitungsprozesses zu erleichtern.

Die Dornstarteinrichtung **3910** kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Niedriglegierungsstahl, Edelstahl oder Kohlenstoffstahl. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dornstarteinrichtung **3910** aus Oilfield Country Tubular Goods mit einer höheren Festigkeit jedoch einer geringeren Wanddicke als das rohrförmige Element **3925** hergestellt, um in optimaler Weise mit der Berstfestigkeit des rohrförmigen Elements **3925** übereinzustimmen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dornstarteinrichtung **3910** mit dem rohrförmigen Element **3925** lösbar verbunden. Auf diese Weise kann die Dornstarteinrichtung **3910** mit der Schachtbohrung **3960** bei Beendigung des Aufweitungsvorgangs entfernt werden.

Der Dorn **3915** ist mit der Dornstarteinrichtung **3910** verbunden. Der Dorn **3915** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit einem konischen Abschnitt, hergestellt aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie etwa beispielsweise Werkzeugstahl, Kohlenstoffstahl, Keramik oder Verbundstoffmaterialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Angriffswinkel des konischen Abschnitts des Dorns **3915** von etwa 10 bis 15°, um in optimaler Weise die Dornstarteinrichtung **3910** und das rohrförmige Element **3925** in der radialen Richtung aufzuweiten. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Oberflächenhärte des konischen Abschnitts des Dorns **3915** von etwa 58 bis 62 Rockwell C, um in optimaler Weise hohe Festigkeit und Verschleißbeständigkeit sowie Grübchenkorrosionsbeständigkeit bereitzustellen. Gemäß einer alternativen Ausführungsform ist der Dorn **3915** aufweitbar, um den radialen Aufweitungsprozeß optimal zu verstärken.

Der Fluiddurchlaß **3920** ist in dem Dorn **3915** angeordnet. Der Fluiddurchlaß **3920** ist bevorzugt dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Zement, Wasser, Epoxidharz, Schmiermittel und Schlackengemisch, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. von 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise betriebsmäßige Effizienz bereitzustellen. Der Fluiddurchlaß **3920** umfaßt bevorzugt einen Einlaß **3965**, der dazu ausgelegt ist, einen Stopfen oder eine ähnliche Einrichtung aufzunehmen. Auf diese Weise kann

die innere Kammer **3970** über den Dorn **3915** von der inneren Kammer **3975** unterhalb des Dorns **3915** isoliert werden.

Das rohrförmige Element **3925** ist mit der Dornstarteinrichtung **3910**, den Gleitelementen **3930** und den Dichtungen **3935** verbunden. Das rohrförmige Element **3925** umfaßt bevorzugt ein rohrförmiges Element, das aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt ist, wie beispielsweise Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder Oilfield Country Tubular Goods. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das rohrförmige Element **3925** aus Oilfield Country Tubular Goods hergestellt.

Die Gleitelemente **3930** sind mit der Außenseite des rohrförmigen Elements **3925** verbunden. Die Gleitelemente **3930** sind bevorzugt dazu ausgelegt, die Innenwände einer Verschalung, einer Rohrleitung oder einer anderen Struktur bei radialer Aufweitung des rohrförmigen Elements **3925** zu verbinden. Auf diese Weise stellen die Gleitelemente **3930** eine Abstützung für das aufgeweitete Rohrelement **3925** bereit. Die Gleitelemente **3930** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Gleitelementen umfassen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung.

Die Dichtungen **3935** sind mit der Außenseite des rohrförmigen Elements **3925** verbunden. Die Dichtungen **3935** stellen bevorzugt eine Fluiddichtung zwischen der Außenseite des aufgeweiteten rohrförmigen Elements **3925** und den Innenwänden einer Verschalung, Rohrleitung oder einer Struktur bei der radialen Aufweitung des rohrförmigen Elements **3925** bereit. Auf diese Weise stellen die Dichtungen **3935** eine Fluiddichtung für das aufgeweitete rohrförmige Element **3925** bereit. Die Dichtungen **3935** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungen umfassen, wie etwa beispielsweise Blei-, Gummi- oder Epoxidharzdichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungen **3935** als Material Stratalock-Epoxidmaterial, erhältlich von Halliburton Energy Services, um in optimaler Weise eine strukturelle Abstützung für typische Spannungs- und Drucklasten bereitzustellen.

Der Schuh **3940** ist mit dem rohrförmigen Element **3925** verbunden. Der Schuh **3940** umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen rohrförmiges Element mit einem Fluiddurchlaß **3945** zum Fördern von Fluidmaterialien aus der Kammer **3975** in den ringförmigen Bereich **3970** außerhalb der Vorrichtung **3900**. Der Schuh **3940** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Schuhen umfassen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung.

Während des Betriebs der Vorrichtung **3900** wird die Vorrichtung **3900** bevorzugt in die Schachtbohrung **3960** abgesenkt, die den bereits existierenden Abschnitt einer Schachtbohrungs-Verschalung **3935** aufweist. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die Vorrichtung **3900** mit zumindest einem Teil des rohrförmigen Elements **3925** in Überlappung mit einem Abschnitt der Schachtbohrungs-Verschalung **3975** positioniert. Auf diese Weise veranlaßt die radiale Aufweitung des rohrförmigen Elements **3925** die Außenseite des aufgeweiteten rohrförmigen Elements **3925** dazu, mit der Innenseite der Schachtbohrungs-Verschalung **3975** eine Verbindung einzugehen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform veranlaßt die radiale Aufweitung des rohrförmigen Elements **3925** außerdem die Gleitelemente **3930** und Dichtungen **3935** dazu, mit der Innenseite der Schachtbohrungs-Verschalung **3975** in Eingriff zu gelangen. Auf diese Weise wird das aufgeweitete rohrförmige Element **3925** mit einer verbesserten strukturellen Abstützung durch die Gleitelemente **3930** und einer verbesserten Fluiddich-

tung durch die Dichtungen **3935** versehen.

Nach Platzierung der Vorrichtung **3900** in überlappender Beziehung mit der Schachtbohrungs-Verschalung **3975** wird, wie in **Fig. 24B** gezeigt, ein Fluidmaterial **3980** bevorzugt in die Kammer **3970** gepumpt. Das Fluidmaterial **3980** durchsetzt daraufhin den Fluiddurchlaß **3920** in die Kammer **3975** hinein. Das Fluidmaterial **3980** gelangt daraufhin aus der Kammer **3975** durch den Fluiddurchlaß **3945** hinaus und in den ringförmigen Bereich **3970** hinein. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Fluidmaterial **3980** in die Kammer **3970** hinein mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise betriebsmäßige Effizienz bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Fluidmaterial **3980** ein aushärtbares Fluidichtungsmaterial, um ein ausgehärtetes äußeres ringförmiges Element um das aufgeweitete rohrförmige Element **3925** zu bilden.

Zu einem späteren Zeitpunkt in dem Prozeß und wie in **Fig. 24C** gezeigt, wird eine Kugel **3985**, ein Stopfen oder ähnliche Einrichtung in das gepumpte Fluidmaterial **3980** eingeführt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform paßt die Kugel **3985** mit dem Einlaß des Fluiddurchlasses zusammen und dichtet diesen ab. Auf diese Weise wird die Kammer **3970** fluidmäßig von der Kammer **3975** isoliert.

Nach Platzierung der Kugel **3985** in den Einlaß **3965** des Fluiddurchlasses **3920** wird, wie in **Fig. 24D** gezeigt, ein Fluidmaterial **3990** in die Kammer **3970** gepumpt. Das Fluidmaterial wird bevorzugt in die Kammer **3970** mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen, um optimale betriebsmäßige Effizienz bereitzustellen. Das Fluidmaterial **3990** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien umfassen, wie etwa beispielsweise Wasser, Bohrschlamm, Zement, Epoxidharz oder Schlackengemisch. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Fluidmaterial **3990** ein nicht aushärtbares Fluidmaterial, um betriebsmäßige Effizienz maximal zu gestalten.

Fortgesetztes Pumpen des Fluidmaterials **3990** erhöht den Druck des Fluidmaterials **3980** innerhalb der Kammer **3970**. Der erhöhte Betriebsdruck in der Kammer **3970** veranlaßt den Dorn **3915** dazu, die Dornstarteinrichtung **3910** und das rohrförmige Element **3925** von der konischen Oberfläche des Dorns **3915** wegzupressen. Das Pressen der Dornstarteinrichtung **3910** und des rohrförmigen Elements **3925** von der konischen Oberfläche des Dorns **3915** weg veranlaßt die Dornstarteinrichtung **3910** und das rohrförmige Element **3925** dazu, in der radialen Richtung aufzuweiten. Fortgesetztes Pumpen des Fluidmaterials **3990** veranlaßt bevorzugt die gesamte Länge des rohrförmigen Elements **3925** dazu, in der radialen Richtung aufzuweiten.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die Pumpgeschwindigkeit und der Druck des Fluidmaterials **3990** während der letzten Stufen des Aufweitungsprozesses verringert, um den Stoß auf die Vorrichtung **3900** zu minimieren. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung **3900** Stoßabsorber zu Absorbieren des Stoßes, der durch die Beendigung des Aufweitungsprozesses hervorgerufen wird. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform veranlaßt der Aufweitungsprozeß den Dorn **3915** dazu, sich in axialer Richtung **3935** zu bewegen.

Wie in **Fig. 24E** gezeigt, werden gemäß einer bevorzugten Ausführungsform bei der Beendigung des Aufweitungsprozesses das Tragelement **3905**, das Dichtstück **3910**, die erste Fluidleitung **3915**, das ringförmige Dichtungselement **3930**, die zweite Fluidleitung **3935**, der Dorn **3945** und die Dornstarteinrichtung **3950** aus der Schachtbohrung **3980**

entfernt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der resultierende neue Schachtbohrungs-Verschalungsabschnitt die bereits existierende Schachtbohrungs-Verschalung **3975**, das aufgeweitete rohrförmige Element **3925**, die Gleitelemente **3930**, die Dichtungen **3935**, den Schuh **3940** und eine äußere ringförmige Schicht **4000** aus ausgehärtetem Fluidmaterial.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform wird die Vorrichtung **3900** verwendet, um eine bereits existierende Schachtbohrungs-Verschalung bzw. eine Rohrleitung zu reparieren. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen beide Enden des rohrförmigen Elements **3955** bevorzugt Gleitelemente **3960** und Dichtungen **3965**.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform wird die Vorrichtung **3900** verwendet, um einen rohrförmigen strukturellen Träger für ein Gebäude oder eine Offshore-Struktur zu bilden.

Unter Bezug auf **Fig. 25** und **26** wird nunmehr die optimale Beziehung zwischen dem Angriffswinkel eines Aufweitungsorns und dem minimal erforderlichen Ausbreitungsdrucks während der Aufweitung eines rohrförmigen Elements erläutert. Wie in **Fig. 25** gezeigt, wird während der radialen Aufweitung eines rohrförmigen Elements **4100** durch einen Aufweitungsorn **4105** der Aufweitungsorn **4105** in der axialen Richtung verschoben. Der Angriffswinkel α der konischen Oberfläche **4110** des Aufweitungsorns **4105** beeinflusst direkt den erforderlichen Ausbreitungsdruck P_{PR} , der erforderlich ist, um das rohrförmige Element **4100** radial aufzuweiten. Für typische Materialqualitäten und typische Geometrien wird, wie in **Fig. 26** gezeigt, der Ausbreitungsdruck P_{PR} für einen Angriffswinkel von ungefähr 25° minimiert. Der optimale Bereich des Angriffswinkels α reicht außerdem von etwa 10 bis 25° , um den Bereich des erforderlichen minimalen Ausbreitungsdrucks P_{PR} zu minimieren.

Anhand von **Fig. 27** wird nunmehr eine Ausführungsform einer aufweitbaren Gewindeverbindung **4300** erläutert. Die aufweitbare Gewindeverbindung **4300** umfaßt bevorzugt ein erstes rohrförmiges Element **4305**, ein zweites rohrförmiges Element **4310**, eine Gewindeverbindung **4315**, eine O-Ringnut **4320** und einen O-Ring **4325**.

Das erste rohrförmige Element **4305** umfaßt eine Innenwandung **4330** und eine Außenwandung **4335**. Das erste rohrförmige Element **4305** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen konstanter Wandungsdicke. Das zweite rohrförmige Element **4310** umfaßt eine Innenwandung **4340** und eine Außenwandung **4345**. Das zweite rohrförmige Element **4310** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit einer im wesentlichen konstanten Wandungsdicke.

Die ersten und zweiten rohrförmigen Elemente **4305** und **4310** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Elementen umfassen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Innen- und Außendurchmesser der ersten und zweiten rohrförmigen Elemente **4305** und **4310** im wesentlichen gleich. Auf diese Weise ist die Berstfestigkeit der rohrförmigen Elemente **4305** und **4310** im wesentlichen gleich. Dies minimiert die Möglichkeit einer katastrophalen Störung während des radialen Aufweitungsprozesses.

Die Gewindeverbindung **4315** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Gewindeverbindungen umfassen, die zur Verwendung mit rohrförmigen Elementen geeignet sind. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Gewindeverbindung **4315** eine Stift- bzw. Zapfen- und Kasten-Gewindeverbindung. Auf diese Weise wird der Zusammenbau des ersten rohrförmigen Elements **4305** mit dem zweiten rohrförmigen Ele-

ment **4310** optimiert.

Die O-Ringnut **4320** ist bevorzugt in dem Gewindeabschnitt der Innenwandung **4340** des zweiten rohrförmigen Elements **4310** vorgesehen. Die O-Ringnut **4320** ist bevorzugt dazu ausgelegt, einen oder mehrere O-Ringe aufzunehmen. Das Volumenverhältnis der O-Ringnut **4320** ist bevorzugt so gewählt, daß der O-Ring **4325** zumindest 20% in der axialen Richtung während des radialen Aufweitungsprozesses sich auszudehnen vermag. Auf diese Weise wird die Verformung der Außenseite **4345** des zweiten rohrförmigen Elements **4310** während und bei Beendigung des radialen Aufweitungsprozesses minimiert.

Der O-Ring **4325** ist durch die O-Ringnut **4320** abgestützt. Der O-Ring **4325** stellt in optimaler Weise sicher, daß eine fluiddichte Abdichtung zwischen dem ersten rohrförmigen Element **4305** und dem zweiten rohrförmigen Element **4310** während und bei Beendigung des radialen Aufweitungsprozesses aufrechterhalten wird.

Anhand von **Fig. 28** wird eine alternative Ausführungsform einer aufweitbaren Gewindeverbindung **4500** nunmehr erläutert. Die aufweitbare Gewindeverbindung **4500** umfaßt ein erstes rohrförmiges Element **4505**, ein zweites rohrförmiges Element **4510**, eine Gewindeverbindung **4515**, eine O-Ringnut **4520** und einen O-Ring **4525**.

Das erste rohrförmige Element **4505** umfaßt eine Innenwandung **4530** und eine Außenwandung **4535**. Das erste rohrförmige Element **4505** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen konstanter Wandungsdicke. Das zweite rohrförmige Element **4510** umfaßt eine Innenwandung **4540** und eine Außenwandung **4545**. Das zweite rohrförmige Element **4510** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen konstanter Wandungsdicke.

Die ersten und zweiten rohrförmigen Elemente **4505** und **4510** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Elementen umfassen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Innen- und Außendurchmesser der ersten und zweiten rohrförmigen Elemente **4505** und **4510** im wesentlichen gleich. Auf diese Weise ist die Berstfestigkeit der rohrförmigen Elemente **4505** und **4510** im wesentlichen gleich. Dies minimiert die Möglichkeit einer katastrophalen Störung während des radialen Aufweitungsprozesses.

Die Gewindeverbindung **4515** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen Gewindeverbindungen umfassen, die zur Verwendung mit rohrförmigen Elementen geeignet sind. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Gewindeverbindung **4510** eine Stift- bzw. Zapfen- und Kasten-Gewindeverbindung. Auf diese Weise wird der Zusammenbau des ersten rohrförmigen Elements **4505** mit dem zweiten rohrförmigen Element **4510** optimiert.

Die O-Ringnut **4520** ist bevorzugt in dem Gewindeabschnitt der Innenwandung **4540** des zweiten rohrförmigen Elements **4510** unmittelbar benachbart zu einem Endabschnitt des Gewindeabschnitts **4515** vorgesehen. Auf diese Weise wird die Abdichtungswirkung optimiert, die durch den O-Ring **4525** bereitgestellt wird. Die O-Ringnut **4520** ist bevorzugt dazu ausgelegt, einen oder mehrere O-Ringe aufzunehmen. Die Volumengröße der O-Ringnut **4520** ist bevorzugt so gewählt, daß der O-Ring **4525** zumindest ungefähr 20% in der axialen Richtung während des radialen Aufweitungsprozesses sich ausdehnen kann. Auf diese Weise wird eine Verformung der Außenseite **4545** des zweiten rohrförmigen Elements **4510** während und bei der Beendigung des radialen Aufweitungsprozesses minimiert.

Der O-Ring **4525** wird durch die O-Ringnut **4520** abgestützt. Der O-Ring **4525** stellt in optimaler Weise sicher, daß eine fluiddichte Abdichtung zwischen dem ersten rohrförmigen

gen Element **4505** und dem zweiten rohrförmigen Element **4510** während und bei Beendigung des radialen Aufweitungsprozesses aufrechterhalten wird.

Unter Bezug auf **Fig. 29** wird eine alternative Ausführungsform einer aufweitbaren Gewindeverbindung **4700** nunmehr erläutert. Die aufweitbare Gewindeverbindung **4700** umfaßt ein erstes rohrförmiges Element **4705**, ein zweites rohrförmiges Element **4710**, eine Gewindeverbindung **4715**, eine O-Ringnut **4720**, einen ersten O-Ring **4725** und einen zweiten O-Ring **4730**.

Das erste rohrförmige Element **4705** umfaßt eine Innenwandung **4735** und eine Außenwandung **4740**. Das erste rohrförmige Element **4705** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen konstanter Wandungsdicke. Das zweite rohrförmige Element **4710** umfaßt eine Innenwandung **4745** und eine Außenwandung **4750**. Das zweite rohrförmige Element **4710** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen konstanter Wandungsdicke.

Die ersten und zweiten rohrförmigen Elemente **4705** und **4710** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Elementen umfassen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Innen- und Außendurchmesser der ersten und zweiten rohrförmigen Elemente **4705** und **4710** im wesentlichen gleich. Auf diese Weise ist die Berstfestigkeit der rohrförmigen Elemente **4705** und **4710** im wesentlichen die gleiche. Dies minimiert die Möglichkeit einer katastrophalen Störung während des radialen Aufweitungsprozesses.

Die Gewindeverbindung **4715** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen Gewindeverbindungen umfassen, die zur Verwendung mit rohrförmigen Elementen geeignet sind. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Gewindeverbindung **4715** eine Stift- bzw. Zapfen- und Kasten-Gewindeverbindung. Auf diese Weise wird der Zusammenbau des ersten rohrförmigen Elements **4705** mit dem zweiten rohrförmigen Element **4710** optimiert.

Die O-Ringnut **4720** ist bevorzugt in dem Gewindeabschnitt der Innenwandung **4725** des zweiten rohrförmigen Elements **4710** unmittelbar benachbart zu einem Endabschnitt des Gewindeabschnitts **4715** vorgesehen. Auf diese Weise wird die Abdichtungswirkung optimiert, die durch die O-Ringe **4725** und **4730** bereitgestellt wird. Die O-Ringnut **4720** ist bevorzugt dazu ausgelegt, mehrere O-Ringe aufzunehmen und zu tragen. Die Volumengröße der O-Ringnut **4720** ist bevorzugt so gewählt, daß die O-Ringe **4725** und **4730** sich zumindest ungefähr 20% in der radialen Richtung während des radialen Aufweitungsprozesses ausdehnen können. Auf diese Weise wird die Verformung der Außenseite **4750** des zweiten rohrförmigen Elements **4710** während und bei der Beendigung des radialen Aufweitungsprozesses minimiert.

Die O-Ringe **4725** und **4730** werden durch die O-Ringnut **4720** abgestützt. Das Paar von O-Ringen **4725** und **4730** stellt in optimaler Weise sicher, daß die fluiddichte Abdichtung zwischen dem ersten rohrförmigen Element **4705** und dem zweiten rohrförmigen Element **4710** während und bei der Beendigung des radialen Aufweitungsprozesses aufrechterhalten bleibt. Insbesondere stellt die Verwendung eines Paares benachbarter O-Ringe eine Redundanz bezüglich der Abdichtung zwischen dem ersten rohrförmigen Element **4705** und dem zweiten rohrförmigen Element **4710** bereit.

Unter Bezug auf **Fig. 30** wird nunmehr eine alternative Ausführungsform der aufweitbaren Gewindeverbindung **4900** erläutert. Die aufweitbare Gewindeverbindung **4900** umfaßt ein erstes rohrförmiges Element **4905**, ein zweites rohrförmiges Element **4910**, eine Gewindeverbindung **4915**, eine erste O-Ringnut **4920**, eine zweite O-Ringnut **4925**, ei-

nen ersten O-Ring **4930** und einen zweiten O-Ring **4935**.

Das erste rohrförmige Element **4905** umfaßt eine Innenwandung **4940** und eine Außenwandung **4945**. Das erste rohrförmige Element **4905** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen konstanter Wandungsdicke. Das zweite rohrförmige Element **4910** umfaßt eine Innenwandung **4950** und eine Außenwandung **4955**. Das zweite rohrförmige Element **4910** umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen konstanter Wandungsdicke.

Die ersten und zweiten rohrförmigen Elemente **4905** und **4910** können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen rohrförmigen Elementen umfassen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Innen- und Außendurchmesser der ersten und zweiten rohrförmigen Elemente **4905** und **4910** im wesentlichen gleich. Auf diese Weise ist die Berstfestigkeit der rohrförmigen Elemente **4905** und **4910** im wesentlichen gleich. Die minimiert die Möglichkeit einer katastrophalen Störung während des radialen Aufweitungsprozesses.

Die Gewindeverbindung **4915** kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen Gewindeverbindungen umfassen, die zur Verwendung mit rohrförmigen Elementen geeignet sind. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Gewindeverbindung **4915** eine Stift- bzw. Zapfen- und Kasten-Gewindeverbindung. Auf diese Weise wird der Zusammenbau des ersten rohrförmigen Elements **4905** mit dem zweiten rohrförmigen Element **4910** optimiert.

Die erste O-Ringnut **4920** ist bevorzugt in dem Gewindeabschnitt der Innenwandung **4950** des zweiten rohrförmigen Elements **4910** vorgesehen, das von einem Endabschnitt des Gewindeabschnitts **4915** getrennt ist. Auf diese Weise wird die Abdichtungswirkung durch die O-Ringe **4930** und **4935** optimiert. Die erste O-Ringnut **4920** ist bevorzugt dazu ausgelegt, einen oder mehrere O-Ringe aufzunehmen und zu tragen. Die Volumengröße der ersten O-Ringnut **4920** ist bevorzugt so gewählt, daß der O-Ring **4930** sich zumindest ungefähr 20% in der axialen Richtung während des radialen Aufweitungsprozesses ausdehnen kann. Auf diese Weise wird eine Verformung der Außenseite **4955** des zweiten rohrförmigen Elements **4910** während unter bei der Beendigung des radialen Aufweitungsprozesses minimiert.

Die zweite O-Ringnut **4925** ist bevorzugt in dem Gewindeabschnitt der Innenwandung **4950** des zweiten rohrförmigen Elements **4910** vorgesehen, das unmittelbar benachbart zu einem Endabschnitt des Gewindeabschnitts **4915** zu liegen kommt. Auf diese Weise wird die Abdichtungswirkung durch die O-Ringe **4930** und **4935** optimiert. Die zweite O-Ringnut **4925** ist bevorzugt dazu ausgelegt, einen O-Ring mehr bzw. mehrere O-Ringe aufzunehmen. Die Volumengröße der zweiten O-Ringnut **4925** ist bevorzugt so gewählt, daß der O-Ring **4935** sich zumindest ungefähr 20% in der axialen Richtung während des radialen Aufweitungsprozesses ausdehnen kann. Auf diese Weise wird eine Verformung der Außenseite **4955** des zweiten rohrförmigen Elements **4910** während und bei der Beendigung des radialen Aufweitungsprozesses minimiert.

Die O-Ringe **4930** und **4935** werden die O-Ringnuten **4920** und **4925** getragen. Die Verwendung von einem Paar von O-Ringen **4930** und **4935**, die axial beabstandet sind, stellt in optimaler Weise sicher, daß eine fluiddichte Abdichtung zwischen dem ersten rohrförmigen Element **4905** und dem zweiten rohrförmigen Element **4910** während und bei der Beendigung des radialen Aufweitungsprozesses aufrechterhalten wird. Insbesondere stellt die Verwendung eines Paares von O-Ringen eine Redundanz bezüglich der Abdichtung zwischen dem ersten rohrförmigen Element **4905** und dem zweiten rohrförmigen Element **4910** bereit.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden aufweitbare Gewindeverbindungen **4300**, **4500**, **4700** und/oder **4900** in Kombination mit einer oder mehreren der Ausführungsformen verwendet, die in den **Fig. 1** bis **24E** gezeigt sind, um in optimaler Weise mehrere rohrförmige Elemente aufzuweiten, die endseitig verbunden sind, und zwar unter Verwendung der aufweitbaren Gewindeverbindungen **4300**, **4500**, **4700** und/oder **4900**.

Ein Verfahren zum Erzeugen einer Verkleidung in einem Bohrloch, das in einer unterirdischen Formation angeordnet ist, ist erläutert worden und umfaßt das Installieren einer rohrförmigen Auskleidung und eines Dorns in dem Bohrloch. Ein Fluidmaterialkörper wird daraufhin in das Bohrloch eingespritzt. Die rohrförmige Auskleidung wird daraufhin radial aufgeweitet durch Pressen der Auskleidung weg von dem Dorn. Das Einspritzen umfaßt bevorzugt das Einspritzen eines aushärtbaren Fluidichtungsmaterials in den ringförmigen Bereich, der zwischen dem Bohrloch und dem äußeren der rohrförmigen Auskleidung zu liegen kommt, und eines nicht aushärtbaren Fluidmaterials in einen inneren Bereich der rohrförmigen Auskleidung von unterhalb des Dorns. Das Verfahren umfaßt bevorzugt das fluiddmäßige Isolieren des ringförmigen Bereichs von dem inneren Bereich vor dem Einspritzen der zweiten Menge des nicht aushärtbaren Dichtungsmaterials in den inneren Bereich. Das Einspritzen des aushärtbaren Fluidichtungsmaterials wird bevorzugt mit Betriebsdrücken und Durchsätzen bereitgestellt, die von etwa 0 bis 5.000 psi bzw. 0 bis 1.500 Gallonen/Minute reichen. Das Einspritzen des nicht aushärtbaren Fluidmaterials wird bevorzugt mit Betriebsdrücken und Durchsätzen bereitgestellt, die von etwa 500 bis 9.000 psi bzw. 40 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen. Das Einspritzen des nicht aushärtbaren Fluidmaterials wird bevorzugt mit verringerten Betriebsdrücken und Durchsätzen während eines Endabschnitts des Aufweitungsvorgangs bereitgestellt. Das nicht aushärtbare Fluidmaterial wird bevorzugt unterhalb des Dorns eingespritzt. Das Verfahren umfaßt bevorzugt das Unterdrucksetzen eines Bereichs der rohrförmigen Auskleidung unterhalb des Dorns. Der Bereich der rohrförmigen Auskleidung unterhalb des Dorns wird bevorzugt auf Drücke unter Druck gesetzt, die von etwa 500 bis 9.000 psi reichen. Das Verfahren umfaßt bevorzugt das fluiddmäßige Isolieren eines inneren Bereichs der rohrförmigen Auskleidung von dem äußeren Bereich der rohrförmigen Auskleidung. Das Verfahren umfaßt außerdem das Aushärten des aushärtbaren Dichtungsmaterials und das Entfernen von zumindest einem Teil des ausgehärteten Dichtungsmaterials, welches innerhalb der rohrförmigen Auskleidung angeordnet ist. Das Verfahren umfaßt außerdem bevorzugt das Zurüberlappungbringen der rohrförmigen Auskleidung mit einer existierenden Schachtbohrungs-Verschalung. Das Verfahren umfaßt außerdem das Abdichten der Überlappung zwischen der rohrförmigen Auskleidung und der bereits vorhandenen Schachtbohrungs-Verschalung. Das Verfahren umfaßt außerdem das Abstützen der aufgeweiteten rohrförmigen Auskleidung unter Verwendung der Überlappung mit der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung. Das Verfahren umfaßt außerdem bevorzugt das Testen der Unverschrtheit der Dichtung in der Überlappung zwischen der rohrförmigen Auskleidung und der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung. Das Verfahren umfaßt außerdem das Entfernen von zumindest einem Teil des aushärtbaren Fluidichtungsmaterials innerhalb der rohrförmigen Auskleidung vor dem Aushärten. Das Verfahren umfaßt außerdem bevorzugt das Schmieren der Oberfläche des Dorns. Das Verfahren umfaßt außerdem bevorzugt das Absorbieren von Stößen. Das Verfahren umfaßt außerdem das Einfangen des Dorns bei der Beendigung des Aufweitungsvorgangs.

Eine Vorrichtung zum Erzeugen einer Verschalung in einem Bohrloch, das in einer unterirdischen Formation angeordnet ist, ist erläutert worden und umfaßt ein Tragelement, einen Dorn, ein rohrförmiges Element und einen Schuh. Das Tragelement umfaßt einen ersten Fluiddurchlaß. Der Dorn ist mit dem Tragelement verbunden und umfaßt einen zweiten Fluiddurchlaß. Das rohrförmige Element ist mit dem Dorn verbunden. Der Schuh ist mit der rohrförmigen Auskleidung verbunden und umfaßt einen dritten Fluiddurchlaß. Die ersten, zweiten und dritten Fluiddurchlässe sind betriebsmäßig verbunden. Das Tragelement umfaßt bevorzugt einen Druckfreigabedurchlaß und ein Durchsatzsteuerventil, das mit dem ersten Fluiddurchlaß und dem Druckfreigabedurchlaß verbunden ist. Das Tragelement umfaßt außerdem bevorzugt einen Stoßabsorber. Das Tragelement umfaßt bevorzugt ein oder mehrere Dichtungselemente, die dazu ausgelegt sind, zu verhindern, daß Fremdmaterie in einen inneren Bereich des rohrförmigen Elements eintritt. Der Dorn ist bevorzugt aufweitbar. Das rohrförmige Element ist bevorzugt aus Materialien hergestellt, die ausgewählt sind aus der Gruppe, die aus Oilfield Country Tubular Goods, Chrom-13-Stahlrohren/Verschalungen und Kunststoffverschalungen besteht. Das rohrförmige Element weist bevorzugt Innen- und Außendurchmesser auf, die von etwa 3 bis 15,5 Inch bzw. 3,5 bis 16 Inch reichen. Das rohrförmige Element besitzt bevorzugt eine plastische Dehngrenze bzw. einen plastischen Dehnpunkt, der etwa von 40.000 bis 135.000 psi reicht. Das rohrförmige Element umfaßt bevorzugt ein oder mehrere Dichtungselemente an einem Endabschnitt. Das rohrförmige Element umfaßt bevorzugt ein Einfangelement an einem Endabschnitt zum Abbremsen bzw. Verzögern des Dorns. Der Schuh umfaßt bevorzugt eine Einlaßöffnung, die mit dem dritten Fluiddurchlaß verbunden ist, wobei die Einlaßöffnung dazu ausgelegt ist, einen Stopfen zum Blockieren der Einlaß-Öffnung aufzunehmen. Der Schuh ist bevorzugt ausbohrbar.

Ein Verfahren zum Verbinden bzw. Vereinigen eines zweiten rohrförmigen Elements mit einem ersten rohrförmigen Element ist erläutert worden, wobei das erste rohrförmige Element einen Innendurchmesser aufweist, der größer ist als der Außendurchmesser des zweiten rohrförmigen Elements, und wobei das Verfahren vorsieht: Positionieren eines Dorns innerhalb eines inneren Bereichs des zweiten rohrförmigen Elements, Positionieren der ersten und zweiten rohrförmigen Elemente in überlappender Beziehung, Unterdrucksetzen eines Teils des inneren Bereichs des zweiten rohrförmigen Elements und Pressen des zweiten rohrförmigen Elements weg von dem Dorn in Eingriff mit dem ersten rohrförmigen Element. Das Unterdrucksetzen des Teils des inneren Bereichs des zweiten rohrförmigen Elements wird bevorzugt mit Betriebsdrücken bereitgestellt, die von etwa 500 bis 9.000 psi reichen. Das Unterdrucksetzen des Teils des inneren Bereichs des zweiten rohrförmigen Elements wird bevorzugt mit verringerten Betriebsdrücken während eines letzten Teils des Aufweitungsvorgangs bereitgestellt. Das Verfahren umfaßt außerdem das Abdichten der Überlappung zwischen den ersten und zweiten rohrförmigen Elementen. Das Verfahren umfaßt außerdem das Abstützen des aufgeweiteten ersten rohrförmigen Elements unter Verwendung der Überlappung mit dem zweiten rohrförmigen Element. Das Verfahren umfaßt außerdem das Schmieren der Oberfläche des Dorns. Das Verfahren umfaßt außerdem das Absorbieren von Stößen.

Eine Auskleidung zur Verwendung bei der Erzeugung eines neuen Abschnitts einer Schachtbohrungs-Verschalung in einer unterirdischen Formation benachbart zu einem exi-

stierenden Schachtbohrungs-Verschalungsabschnitt ist erläutert worden und umfaßt ein ringförmiges Element. Das ringförmige Element umfaßt ein oder mehrere Dichtungselemente an einem Endabschnitt des ringförmigen Elements und einen oder mehrere Druckfreigabedurchlässe an einem Endabschnitt des ringförmigen Elements.

Eine Schachtbohrungs-Verschalung ist erläutert worden, die eine rohrförmige Auskleidung und einen ringförmigen Körper aus einem ausgehärteten Fluidichtungsmaterial umfaßt. Die rohrförmige Auskleidung ist durch den Prozeß gebildet worden, eine rohrförmige Auskleidung von einem Dorn weg zu pressen. Die rohrförmige Auskleidung wird bevorzugt gebildet durch den Prozeß, den rohrförmigen Auskleidungen und den Dorn innerhalb der Schachtbohrung anzuordnen und einen inneren Abschnitt der rohrförmigen Auskleidung unter Druck zu setzen. Der ringförmige Körper des ausgehärteten Fluidichtungsmaterials wird bevorzugt durch den Prozeß gebildet, einen Körper aus aushärtbarem Fluidichtungsmaterial in einen ringförmigen Bereich außerhalb der rohrförmigen Auskleidung einzuspritzen. Während des Unterdrucksetzens wird der innere Abschnitt der rohrförmigen Auskleidung bevorzugt fluidmäßig von einem äußeren Abschnitt der rohrförmigen Auskleidung isoliert. Der innere Abschnitt der rohrförmigen Auskleidung wird bevorzugt unter Druck gesetzt auf Drücke, die von etwa 500 bis 9.000 psi reichen. Die rohrförmige Auskleidung überlappt bevorzugt eine existierende Schachtbohrungs-Verschalung. Die Schachtbohrungs-Verschalung umfaßt bevorzugt außerdem eine Dichtung, die in der Überlappung zwischen der rohrförmigen Auskleidung und der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung angeordnet ist. Die rohrförmige Auskleidung wird bevorzugt durch die Überlappung mit der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung abgestützt.

Ein Verfahren zum Reparieren eines existierenden Abschnitts einer Schachtbohrungs-Verschalung innerhalb eines Bohrlochs ist erläutert worden, die das Installieren einer rohrförmigen Auskleidung und eines Dorns innerhalb einer Schachtbohrungs-Verschalung umfaßt, das Einspritzen eines Körpers aus Fluidmaterialien in das Bohrloch, das Unterdrucksetzen eines Abschnitts eines inneren Bereichs der rohrförmigen Auskleidung und das radiale Aufweiten der Auskleidung in dem Bohrloch durch Aufweiten der Auskleidung weg von dem Dorn. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Fluidmaterial aus der Gruppe gewählt, die aus Schlackengemisch, Zement, Bohrschlamm und Epoxidharz besteht. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das fluidmäßige Isolieren eines inneren Bereichs der rohrförmigen Auskleidung von einem äußeren Bereich der rohrförmigen Auskleidung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Einspritzen des Körpers aus Fluidmaterial mit Betriebsdrücken und Durchsätzen vorgesehen, die von etwa 500 bis 9.000 psi bzw. 40 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Einspritzen des Körpers aus Fluidmaterial mit verringerten Betriebsdrücken und Durchsätzen während eines Endabschnitts des Aufweitungsvorgangs bereitgestellt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Fluidmaterial unterhalb des Dorns eingespritzt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Bereich der rohrförmigen Auskleidung unterhalb des Dorns unter Druck gesetzt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Bereich der rohrförmigen Auskleidung unterhalb des Dorns auf Drücke unter Druck gesetzt, die von etwa 500 bis 9.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Zurüberlappungbringen der rohrförmigen Auskleidung mit der existierenden Schachtboh-

rungs-Verschalung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Abdichten der Grenzfläche zwischen der rohrförmigen Auskleidung und der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Abstützen der aufgeweiteten rohrförmigen Auskleidung unter Verwendung der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Testen der Unversehrtheit der Dichtung in der Grenzfläche zwischen der rohrförmigen Auskleidung und der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Schmieren der Oberfläche des Dorns. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Absorbieren von Stößen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Einfangen des Dorns bei der Beendigung des Aufweitungsvorgangs. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Aufweiten des Dorns in radialer Richtung.

Eine Rückbindungsauskleidung zum Auskleiden einer existierenden Schachtbohrungs-Verschalung ist erläutert worden und umfaßt eine rohrförmige Auskleidung und einen ringförmigen Körper aus einem ausgehärteten Fluidichtungsmaterial. Die rohrförmige Auskleidung wird durch den Prozeß gebildet, die rohrförmige Auskleidung von dem Dorn wegzupressen. Der rohrförmige Körper aus ausgehärtetem Fluidichtungsmaterial ist mit der rohrförmigen Auskleidung verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die rohrförmige Auskleidung durch den Prozeß gebildet, die rohrförmige Auskleidung und den Dorn innerhalb der Schachtbohrung zu positionieren und den inneren Abschnitt der rohrförmigen Auskleidung unter Druck zu setzen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird während des Unterdrucksetzens der innere Abschnitt der rohrförmigen Auskleidung fluidmäßig von dem äußeren Abschnitt der rohrförmigen Auskleidung isoliert. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der innere Abschnitt der rohrförmigen Auskleidung mit Drücken unter Druck gesetzt, die von etwa 500 bis 9.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der ringförmige Körper aus ausgehärtetem Fluidichtungsmaterial durch den Prozeß gebildet, einen Körper aus aushärtbarem Fluidichtungsmaterial in einen ringförmigen Bereich zwischen der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung und der rohrförmigen Auskleidung einzuspritzen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform überlappt die rohrförmige Auskleidung die weitere existierende Schachtbohrungs-Verschalung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Rückbindungsauskleidung außerdem eine Dichtung, die in der Überlappung zwischen der rohrförmigen Auskleidung und der weiteren existierenden Schachtbohrungs-Verschalung angeordnet ist. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die rohrförmige Auskleidung durch die Überlappung mit der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung abgestützt.

Eine Vorrichtung zum Aufweiten eines rohrförmigen Elements ist erläutert worden und umfaßt ein Tragelement, einen Dorn, ein rohrförmiges Element und einen Schuh. Das Tragelement umfaßt einen ersten Fluiddurchlaß. Der Dorn ist mit dem Tragelement verbunden. Der Dorn umfaßt einen zweiten Fluiddurchlaß, der mit dem ersten Fluiddurchlaß, einem inneren Abschnitt und einem äußeren Abschnitt betriebsmäßig verbunden ist. Der innere Abschnitt des Dorns ist ausbohrbar. Das rohrförmige Element ist mit dem Dorn verbunden. Der Schuh ist mit dem rohrförmigen Element verbunden. Der Schuh umfaßt einen dritten Fluiddurchlaß, der mit dem zweiten Fluiddurchlaß, einem inneren Ab-

schnitt und einem äußeren Abschnitt betriebsmäßig verbunden ist. Der innere Abschnitt des Schuhs ist ausbohrbar. Bevorzugt umfaßt der innere Abschnitt des Dorns ein rohrförmiges Element und ein Lastragelement. Bevorzugt umfaßt das Lastragelement einen ausbohrbaren Körper. Bevorzugt umfaßt der innere Abschnitt des Schuhs ein rohrförmiges Element und ein Lastragelement. Bevorzugt umfaßt das Lastragelement einen ausbohrbaren Körper. Bevorzugt umfaßt der äußere Abschnitt des Dorns einen Aufweitungskonus. Bevorzugt ist der Aufweitungskonus aus Materialien hergestellt, die aus der Gruppe ausgewählt sind, die aus Werkzeugstahl, Titan und Keramik besteht. Bevorzugt weist der Aufweitungskonus eine Oberflächenhärte auf, die von etwa 58 bis 62 Rockwell C reicht. Bevorzugt ist zumindest ein Teil der Vorrichtung ausbohrbar.

Ein Schachtkopf ist außerdem erläutert worden und umfaßt eine äußere Verschalung und mehrere im wesentlichen konzentrische und überlappende Verschalungen, die mit der äußeren Verschalung verbunden sind. Jede innere Verschalung wird durch Kontaktdruck zwischen einer Außenseite der inneren Verschalung und einer Innenseite der äußeren Verschalung abgestützt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist die äußere Verschalung eine Dehnfestigkeit auf, die von etwa 40.000 bis 135.000 psi reicht. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist die äußere Verschalung eine Berstfestigkeit auf, die von etwa 5.000 bis 20.000 psi reicht. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Kontaktdruck zwischen den inneren Verschalungen und den äußeren Verschalungen von etwa 500 bis 10.000 psi. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen eine oder mehrere innere Verschalungen ein oder mehrere Dichtungselemente, die mit einer Innenseite der äußeren Verschalung in Kontakt stehen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Dichtungselemente ausgewählt aus der Gruppe, die besteht aus Blei, Gummi, Teflon, Epoxidharz und Kunststoff. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist ein Weihnachtsbaum mit der äußeren Verschalung verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist eine Bohrspule mit der äußeren Verschalung verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist zumindest eine der inneren Verschalungen eine Produktionsverschalung.

Ein Schachtkopf ist außerdem erläutert worden, der eine äußere Verschalung umfaßt, die zumindest teilweise innerhalb einer Schachtbohrung positioniert ist und mehrere im wesentlichen konzentrische innere Verschalungen, die mit der Innenseite der äußeren Verschalung durch den Prozeß verbunden sind, eine oder mehrere der inneren Verschalungen in Kontakt mit zumindest einem Abschnitt der Innenseite der äußeren Verschalung aufzuweiten. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die inneren Verschalungen durch Pressen der inneren Verschalungen weg von einem Dorn aufgeweitet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die inneren Verschalungen durch den Prozeß aufgeweitet: Plazieren der inneren Verschalung und eines Dorns innerhalb einer Schachtbohrung und Unterdrucksetzen eines inneren Bereichs der inneren Verschalung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird während des Unterdrucksetzens der innere Bereich der inneren Verschalung fluidmäßig isoliert von dem äußeren Bereich der inneren Verschalung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der innere Bereich der inneren Verschalung mit Drücken unter Druck gesetzt, die von etwa 500 bis 9.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden eine oder mehrere Dichtungen in der Grenzfläche zwischen den inneren Verschalungen und der äußeren Verschalung positioniert. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die inneren Verschalungen durch

ihren Kontakt mit der äußeren Verschalung abgestützt.

Ein Verfahren zum Bilden eines Schachtkopfs ist außerdem erläutert worden und umfaßt das Bohren einer Schachtbohrung. Eine äußere Verschalung wird zumindest teilweise in einem oberen Abschnitt einer Schachtbohrung positioniert. Ein erstes rohrförmiges Element wird in der äußeren Verschalung positioniert. Zumindest ein Abschnitt des ersten rohrförmigen Elements wird in Kontakt mit einer Innenseite der äußeren Verschalung aufgeweitet. Ein zweites rohrförmiges Element wird in der äußeren Verschalung und dem ersten rohrförmigen Element positioniert. Zumindest ein Abschnitt des zweiten rohrförmigen Elements wird in Kontakt mit einem inneren Abschnitt der äußeren Verschalung aufgeweitet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird zumindest ein Abschnitt des Inneren des ersten rohrförmigen Elements unter Druck gesetzt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird zumindest ein Abschnitt des Innern des zweiten rohrförmigen Elements unter Druck gesetzt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird zumindest ein Teil des Inneren der ersten und zweiten rohrförmigen Elemente unter Druck gesetzt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Unterdrucksetzen des Abschnitts des inneren Bereichs des zweiten rohrförmigen Elements mit Betriebsdrücken, die von etwa 500 bis 9.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Unterdrucksetzen des Abschnitts des inneren Bereichs des zweiten rohrförmigen Elements mit Betriebsdrücken, die von etwa 500 bis 9.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Unterdrucksetzen des Abschnitts des inneren Bereichs des zweiten rohrförmigen Elements mit Betriebsdrücken und Durchsätzen, die von etwa 500 bis 9.000 psi bzw. 40 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Unterdrucksetzen des Abschnitts des inneren Bereichs der ersten und zweiten rohrförmigen Elemente mit Betriebsdrücken, die von etwa 500 bis 9.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Unterdrucksetzen des Abschnitts des inneren Bereichs des rohrförmigen Elements mit verringerten Betriebsdrücken während des letzten Teils des Aufweitungsvorgangs. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Unterdrucksetzen des Abschnitts des inneren Bereichs des zweiten rohrförmigen Elements mit verringerten Betriebsdrücken während des letzten Teils des Aufweitungsvorgangs. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Unterdrucksetzen des Abschnitts des inneren Bereichs der ersten und zweiten rohrförmigen Elemente während eines letzteren Teils der Aufweitungsvorgänge mit verringerten Betriebsdrücken. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Kontakt zwischen dem ersten rohrförmigen Element und der äußeren Verschalung abgedichtet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Kontakt zwischen dem zweiten rohrförmigen Element und der äußeren Verschalung abgedichtet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Kontakt zwischen dem ersten und zweiten rohrförmigen Elementen und der äußeren Verschalung abgedichtet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das aufgeweitete erste rohrförmige Element unter Verwendung des Kontakts mit der äußeren Verschalung abgestützt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das aufgeweitete zweite rohrförmige Element unter Verwendung des Kontakts mit der äußeren Verschalung abgestützt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die aufgeweitete ersten und zweiten rohrförmigen Elemente von einem Dorn weggepreßt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die Oberfläche des Dorns geschmiert. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden Stöße absorbiert. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Dorn in radialer Richtung aufgeweitet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden

die ersten und zweiten rohrförmigen Element in überlappenden Beziehung positioniert. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird ein innerer Bereich des ersten rohrförmigen Elements von einem äußeren Bereich des ersten rohrförmigen Elements fluidmäßig isoliert. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird ein innerer Bereich des zweiten rohrförmigen Elements von einem äußeren Bereich des zweiten rohrförmigen Elements fluidmäßig isoliert. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird ein innerer Bereich des ersten rohrförmigen Elements durch Einspritzen von einem oder mehreren Stopfen in das Innere des ersten rohrförmigen Elements fluidmäßig isoliert. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der innere Bereich des zweiten rohrförmigen Elements von dem Bereich außerhalb des zweiten rohrförmigen Elements durch Einspritzen von einem oder mehreren Stopfen in das Innere des zweiten rohrförmigen Elements fluidmäßig isoliert. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Unterdrucksetzen des Abschnitts des inneren Bereichs des ersten rohrförmigen Elements durch Einspritzen eines Fluidmaterials mit Betriebsdrücken und Durchsätzen, die von etwa 500 bis 9.000 psi bzw. 40 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Unterdrucksetzen des Abschnitts des inneren Bereichs des zweiten rohrförmigen Elements durch Einspritzen eines Fluidmaterials mit Betriebsdrücken und Durchsätzen, die von etwa 500 bis 9.000 psi bzw. 40 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird Fluidmaterial über den Dorn hinaus bzw. jenseits von diesem eingespritzt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird ein Bereich der rohrförmigen Elemente über den Dorn hinaus bzw. jenseits von diesem unter Druck gesetzt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Bereich der rohrförmigen Elemente über den Dorn hinaus bzw. jenseits von diesem unter Druck gesetzt mit Drücken, die von etwa 500 bis 9.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das erste rohrförmige Element eine Produktionsverschalung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Kontakt zwischen dem ersten rohrförmigen Element und der äußeren Verschalung abgedichtet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Kontakt zwischen dem zweiten rohrförmigen Element und der äußeren Verschalung abgedichtet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das aufgeweitete erste rohrförmige Element unter Verwendung der äußeren Verschalung abgestützt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das aufgeweitete zweite rohrförmige Element unter Verwendung der äußeren Verschalung abgestützt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die Unversehrtheit der Dichtung im Kontakt zwischen dem ersten rohrförmigen Element und der äußeren Verschalung getestet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die Unversehrtheit der Dichtung im Kontakt zwischen dem zweiten rohrförmigen Element und der äußeren Verschalung getestet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die Verschalung bei Beendigung des Aufweitungsvorgangs eingefangen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Dorn ausgebohrt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Dorn mit Spiralrohren abgestützt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Dorn mit einem Bohrschuh verbunden.

Eine Vorrichtung ist erläutert worden, die ein äußeres rohrförmiges Element und mehrere im wesentlichen konzentrische und überlappende innere rohrförmige Elemente umfaßt, die mit dem äußeren rohrförmigen Element verbunden sind. Jedes innere rohrförmige Element ist durch den Kontaktdruck zwischen der Außenseite der inneren Ver-

schalung und einer Innenseite des äußeren inneren rohrförmigen Elements abgestützt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform besitzt das äußere rohrförmige Element eine Dehnfestigkeit, die von etwa 40.000 bis 135.000 psi reicht. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform besitzt das äußere rohrförmige Element eine Berstfestigkeit, die von etwa 5.000 bis 20.000 psi reicht. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Kontaktdruck zwischen den inneren rohrförmigen Elementen und dem äußeren rohrförmigen Element von etwa 500 bis 10.000 psi. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen ein oder mehrere der inneren rohrförmigen Elemente ein oder mehrere Dichtungselemente, die mit der Innenseite des äußeren rohrförmigen Elements in Kontakt stehen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die Dichtungselemente aus der Gruppe ausgewählt, die aus Gummi, Blei, Kunststoff und Epoxidharz besteht.

Eine Vorrichtung ist erläutert worden, die ein äußeres rohrförmiges Element umfaßt, mehrere im wesentlichen konzentrische rohrförmige Elemente, die mit der Innenseite des äußeren rohrförmigen Elements durch den Prozeß verbunden sind, eines oder mehrere der rohrförmigen Elemente in Kontakt mit zumindest einem Teil der Innenseite des äußeren rohrförmigen Elements aufzuweiten. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die inneren rohrförmigen Elemente durch Pressen des inneren rohrförmigen Elements weg von einem Dorn aufgeweitet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die inneren rohrförmigen Elemente durch folgenden Prozeß aufgeweitet: Platzieren der inneren rohrförmigen Elemente und eines Dorns innerhalb des äußeren rohrförmigen Elements und Unterdrucksetzen eines inneren Abschnitts der inneren Verschalung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird während des Unterdrucksetzens der innere Abschnitt des inneren rohrförmigen Elements fluidmäßig von dem äußeren Abschnitt des inneren rohrförmigen Elements isoliert. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der innere Abschnitt des inneren rohrförmigen Elements unter Druck gesetzt mit Drücken, die von etwa 500 bis 9.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung außerdem eine oder mehrere Dichtungen, die in der Grenzfläche zwischen den inneren rohrförmigen Elementen und dem äußeren rohrförmigen Element angeordnet sind. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die inneren rohrförmigen Elemente durch ihren Kontakt mit dem äußeren rohrförmigen Element abgestützt.

Eine Schachtbohrungs-Verschalung wurde außerdem erläutert, die ein erstes rohrförmiges Element und ein zweites rohrförmiges Element umfaßt, das mit dem ersten rohrförmigen Element in überlappender Beziehung verbunden ist. Der Innendurchmesser des ersten rohrförmigen Elements ist im wesentlichen gleich dem Innendurchmesser des zweiten rohrförmigen Elements. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das erste rohrförmige Element einen ersten dünnwandigen Abschnitt, wobei das zweite rohrförmige Element einen zweiten dünnwandigen Abschnitt umfaßt, und wobei der erste dünnwandige Abschnitt mit dem zweiten dünnwandigen Abschnitt verbunden ist. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die ersten und zweiten dünnwandigen Abschnitte verformt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das erste rohrförmige Element ein erstes zusammendrückbares Element, welches mit dem ersten dünnwandigen Abschnitt verbunden ist, wobei das zweite rohrförmige Element ein zweites zusammendrückbares Element umfaßt, welches mit dem zweiten dünnwandigen Abschnitt verbunden ist. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden der erste dünnwandige Abschnitt und das erste zusammendrückbare Element

mit dem zweiten dünnwandigen Abschnitt und dem zweiten zusammendrückbaren Element verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die ersten und zweiten dünnwandigen Abschnitte und die ersten und zweiten zusammendrückbaren Elemente verformt.

Eine Schachtbohrungs-Verschalung ist außerdem erläutert worden, die ein rohrförmiges Element umfaßt, aufweisend zumindest einen dünnwandigen Abschnitt und einen dickwandigen Abschnitt, und ein zusammendrückbares ringförmiges Element, welches mit jedem dünnwandigen Abschnitt verbunden ist. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das zusammendrückbare ringförmige Element aus Materialien hergestellt, die ausgewählt sind aus der Gruppe, die aus Gummi, Kunststoff, Metall und Epoxidharz besteht. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform beträgt die Wandungsdicke des dünnwandigen Abschnitts von etwa 50 bis 100% der Wandungsdicke des dickwandigen Abschnitts. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform beträgt die Länge des dünnwandigen Abschnitts von etwa 120 bis 240 Inch. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist ein zusammendrückbares ringförmiges Element entlang dem dünnwandigen Abschnitt angeordnet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das zusammendrückbare ringförmige Element entlang den dünn- und dickwandigen Abschnitten positioniert. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das rohrförmige Element aus Materialien hergestellt, die ausgewählt sind aus der Gruppe, die aus Oilfield Country Tubular Goods, Edelstahl, Niedriglegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Stahl von Kraftfahrzeug-Qualität, Kunststoff, Glasfasern oder anderen hochfesten und/oder verformbaren Materialien besteht. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Schachtbohrungs-Verschalung einen ersten dünnwandigen Abschnitt an einem ersten Ende der Verschalung und einen zweiten dünnwandigen Abschnitt an einem zweiten Ende der Verschalung.

Ein Verfahren zum Erzeugen einer Verschalung in einem Bohrloch, das in einer unterirdischen Formation angeordnet ist, ist erläutert worden und umfaßt: Abstützen einer rohrförmigen Auskleidung und eines Dorns in ein Bohrloch unter Verwendung eines Tragelements, Einspritzen von Fluidmaterial in das Bohrloch, Unterdrucksetzen eines inneren Bereichs des Dorns, Verschieben eines Abschnitts des Dorns relativ zu dem Tragelement und radiales Aufweiten der rohrförmigen Auskleidung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Einspritzen das Einspritzen von aushärtbarem Fluidichtungsmaterial in einen ringförmigen Bereich, der zwischen dem Bohrloch und dem Äußeren der rohrförmigen Auskleidung angeordnet ist, und das Einspritzen eines nicht aushärtbaren Fluidmaterials in einen inneren Bereich des Dorns. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das fluidmäßige Isolieren des ringförmigen Bereichs von dem inneren Bereich, vor Einspritzen des nicht aushärtbaren Fluidmaterials in den inneren Bereich des Dorns. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Einspritzen des aushärtbaren Fluidmaterials mit Betriebsdrücken und Durchsätzen durchgeführt, die von etwa 0 bis 5.000 psi bzw. 0 bis 1.500 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des nicht aushärtbaren Materials mit Betriebsdrücken und Durchsätzen, die von etwa 500 bis 9.000 psi bzw. 40 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Einspritzen des nicht aushärtbaren Fluidmaterials mit verringerten Betriebsdrücken und Durchsätzen während eines Endteils des radialen Aufweitungsvorgangs. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Fluidmaterial in eine oder mehrere Druckkammern eingespritzt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die einen oder mehreren Druck-

kammern unter Druck gesetzt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die Druckkammern unter Druck gesetzt, auf Drücke, die von etwa 500 bis 9.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das fluidmäßige Isolieren eines inneren Bereichs des Dorns von einem äußeren Bereich des Dorns. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der innere Bereich des Dorns von dem Bereich außerhalb des Dorns isoliert, indem ein oder mehrere Stopfen in das eingespritzte Fluidmaterial eingeführt werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Aushärten von zumindest einem Teil des Fluidmaterials und das Entfernen von zumindest einem Teil des ausgehärteten Fluidmaterials, das innerhalb der rohrförmigen Auskleidung zu liegen kommt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Zurüberlappung-bringen der rohrförmigen Auskleidung mit einer existierenden Schachtbohrungs-Verschalung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Abdichten der Überlappung zwischen der rohrförmigen Auskleidung und der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Abstützen der aufgeweiteten rohrförmigen Auskleidung unter Verwendung der Überlappung mit der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Testen der Unversehrtheit der Dichtung in der Überlappung zwischen der rohrförmigen Auskleidung und der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Entfernen von zumindest einem Teil des aushärtbaren Fluidichtungsmaterials innerhalb der rohrförmigen Auskleidung vor dem Aushärten. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Schmieren der Oberfläche des Dorns. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Absorbieren von Stößen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Einfangen des Dorns bei Beendigung des Aufweitungsvorgangs. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Ausbohren des Dorns. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Abstützen des Dorns mit einem Spiralrohr. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform bewegt sich der Dorn hin- und herlaufend. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Dorn in einer ersten Richtung während des Unterdrucksetzens des inneren Bereichs des Dorns verschoben, und der Dorn wird in einer zweiten Richtung während des Befreiens des inneren Bereichs des Dorns von Druck verschoben. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die rohrförmige Auskleidung in einer wesentlichen stationären Position während des Unterdrucksetzens des inneren Bereichs des Dorns gehalten. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die rohrförmige Auskleidung durch den Dorn während der Druckbefreiung des inneren Bereichs des Dorns abgestützt.

Eine Schachtbohrungs-Verschalung ist außerdem erläutert worden, die ein erstes rohrförmiges Element mit einem ersten Innendurchmesser und ein zweites rohrförmiges Element mit einem zweiten Innendurchmesser aufweist, der im wesentlichen gleich dem ersten Innendurchmesser und das mit dem ersten rohrförmigen Element in überlappender Beziehung verbunden ist. Die ersten und zweiten rohrförmigen Elemente werden durch den Prozeß verbunden, einen Teil des zweiten rohrförmigen Elements in Kontakt mit einem Teil des ersten rohrförmigen Elements zu verformen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das zweite rohrförmige Element durch den Prozeß verformt, die ersten

und zweiten rohrförmigen Elemente in überlappender Beziehung zu plazieren, zumindest einen Teil des ersten rohrförmigen Elements radial aufzuweiten und das zweite rohrförmige Element radial aufzuweiten. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das zweite rohrförmige Element radial aufgeweitet durch den Prozeß: Abstützen des zweiten rohrförmigen Elements und eines Dorns innerhalb der Schachtbohrung unter Verwendung eines Tragelements, Einspritzen eines Fluidmaterials in die Schachtbohrung, Unterdrucksetzen eines inneren Bereichs des Dorns und Verschieben eines Teils des Dorns relativ zu dem Tragelement. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Einspritzen eines aushärtbaren Fluidichtungsmaterials in einen ringförmigen Bereich, der zwischen dem Bohrloch und dem Äußeren der zweiten Auskleidung zu liegen kommt, und das Einspritzen von nicht aushärtbarem Fluidmaterial in einen inneren Bereich des Dorns. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Schachtbohrungs-Verschalung außerdem das fluidmäßige Isolieren des ringförmigen Bereichs von dem inneren Bereich des Dorns vor Einspritzen des nicht aushärtbaren Fluidmaterials in den inneren Bereich des Dorns. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Einspritzen des aushärtbaren Fluidichtungsmaterials mit Betriebsdrücken und Durchsätzen, die von etwa 0 bis 5.000 psi bzw. 0 bis 1.500 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Einspritzen des aushärtbaren Fluidmaterials mit Betriebsdrücken und Durchsätzen, die von etwa 500 bis 9.000 psi bzw. 40 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Einspritzen des nicht aushärtbaren Fluidmaterials mit verringerten Betriebsdrücken und Durchsätzen während eines Endteils des radialen Aufweitungsvorgangs. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Fluidmaterial in eine oder mehrere Druckkammern eingespritzt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die eine oder mehreren Druckkammern unter Druck gesetzt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die Druckkammern mit Drücken unter Druck gesetzt, die von etwa 500 bis 9.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Erstellen der Schachtbohrungs-Verschalung außerdem das fluidmäßige Isolieren eines inneren Bereichs des Dorns von einem äußeren Bereich des Dorns. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der innere Bereich des Dorns von dem Bereich außerhalb des Dorns durch Einführen von einem oder mehreren Stopfen in das eingespritzte Fluidmaterial isoliert. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Erstellung der Schachtbohrungs-Verschalung außerdem das Aushärten von zumindest einem Teil des Fluidmaterials und das Entfernen von zumindest einem Teil des ausgehärteten Fluidmaterials, welches in der zweiten rohrförmigen Auskleidung zu liegen kommt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Erstellen der Schachtbohrungs-Verschalung außerdem das Abdichten der Überlappung zwischen den ersten und zweiten rohrförmigen Auskleidungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Erstellen der Schachtbohrungs-Verschalung außerdem das Abstützen der zweiten rohrförmigen Auskleidung mit der Überlappung der ersten rohrförmigen Auskleidung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Erstellen der Schachtbohrungs-Verschalung außerdem das Testen der Unversehrtheit der Dichtung in der Überlappung zwischen den ersten und zweiten rohrförmigen Auskleidungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Erstellen der Schachtbohrungs-Verschalung außerdem das Entfernen von zumindest einem Teil des aushärtbaren Fluidichtungsmaterials innerhalb der zweiten rohrförmigen Auskleidung vor dem Aus-

härten. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Erstellen der Schachtbohrungs-Verschalung außerdem das Schmieren der Oberfläche des Dorns. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Erstellen der Schachtbohrungs-Verschalung außerdem das Absorbieren von Stößen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Erstellen der Schachtbohrungs-Verschalung außerdem das Einfangen des Dorns bei der Beendigung der radiale Aufweitung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Schachtbohrungs-Verschalung außerdem das Ausbohren des Dorns. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Erstellen der Schachtbohrungs-Verschalung außerdem das Abstützen des Dorns mit einem Spiralrohr. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform bewegt sich der Dorn hin- und herlaufend. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Dorn in einer ersten Richtung während des Unterdrucksetzens des inneren Bereichs des Dorns verschoben und der Dorn wird in einer zweiten Richtung während der Druckbefreiung des inneren Bereichs des Dorns verschoben. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die zweite rohrförmige Verschalung in einer im wesentlichen stationären Position während des Unterdrucksetzens des inneren Bereichs des Dorns gehalten. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die zweite rohrförmige Auskleidung durch den Dorn während einer Druckbefreiung des inneren Bereichs abgestützt.

Eine Vorrichtung zum Aufweiten eines rohrförmigen Elements ist erläutert worden, das ein Tragelement mit einem Fluiddurchlaß umfaßt, einen Dorn, der mit dem Tragelement verbunden ist und einen Aufweitungskonus aufweist, zumindest eine Druckkammer, die durch das Tragelement und den Dorn festgelegt und zwischen diesen positioniert sowie fluidmäßig mit dem ersten Fluiddurchlaß verbunden ist, und einen oder mehrere lösbare Träger, die mit dem Tragelement verbunden und dazu ausgelegt sind, das rohrförmige Element abzustützen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Fluiddurchlaß einen Verengungsdurchlaß mit einem verringerten Innendurchmesser. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Dorn einen oder mehrere ringförmige Kolben. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung mehrere Druckkammern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Druckkammern zumindest teilweise durch ringförmige Kolben festgelegt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die lösbaren Träger unterhalb des Dorns positioniert. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die lösbaren Träger über dem Dorn positioniert. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die lösbaren Träger hydraulische Gleitelemente. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die lösbaren Träger mechanische Gleitelemente. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die lösbaren Träger Schleppblöcke. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Dorn einen oder mehrere ringförmige Kolben und einen Aufweitungskonus, der mit dem ringförmigen Kolben verbunden ist. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen ein oder mehrere ringförmige Kolben einen Aufweitungskonus. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Druckkammern ringförmige Druckkammern.

Außerdem ist eine Vorrichtung erläutert worden, die ein oder mehrere massive rohrförmige Elemente umfaßt, wobei jedes massive rohrförmige Element ein oder mehrere äußere Dichtungen umfaßt, ein oder mehrere geschlitzte rohrförmige Elemente, die mit den massiven rohrförmigen Elementen verbunden sind, und einen Schuh, der mit einem der geschlitzten rohrförmigen Elemente verbunden ist. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung außerdem ein oder mehrere massive rohrförmigen Zwi-

schelemente, die mit den geschlitzten rohrförmigen Elementen verbunden und zwischen diesen bzw. verschachtelt zwischen diesen angeordnet sind, wobei jedes massive rohrförmige Zwischenelement eine oder mehrere äußere Dichtungen aufweist. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung außerdem ein oder mehrere Ventilelemente. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die massiven rohrförmigen Zwischenelemente ein oder mehrere Ventilelemente.

Ein Verfahren zum Verbinden bzw. Vereinigen eines zweiten rohrförmigen Elements mit einem ersten rohrförmigen Element, wobei das erste rohrförmige Element einen Innendurchmesser größer als einen Außendurchmesser des zweiten rohrförmigen Elements aufweist, ist erläutert worden und umfaßt folgende Schritte: Positionieren eines Dorns innerhalb eines inneren Bereichs des zweiten rohrförmigen Elements, Unterdrucksetzens eines Teils des inneren Bereichs des Dorns, Verschieben des Dorns relativ zu dem zweiten rohrförmigen Element und Pressen von zumindest einem Teil des zweiten rohrförmigen Elements weg von dem Dorn in Eingriff mit dem ersten rohrförmigen Element. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Unterdrucksetzen des Teils des inneren Bereichs des Dorns mit Betriebsdrücken, die von etwa 500 bis 9.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Unterdrucksetzen des Teils des inneren Bereichs des Dorns mit verringerten Betriebsdrücken während eines letzten Teils des Aufweitungsvorgangs. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Abdichten der Grenzfläche zwischen den ersten und zweiten rohrförmigen Elementen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Abstützen des aufgeweiteten zweiten rohrförmigen Elements unter Verwenden einer Grenzfläche mit dem ersten rohrförmigen Element. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Schmieren der Oberfläche des Dorns. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Absorbieren von Stößen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Positionieren der ersten und zweiten rohrförmigen Elemente in überlappender Beziehung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das fluidmäßige Isolieren eines inneren Bereichs des Dorns von einem äußeren Bereich des Dorns. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der innere Bereich des Dorns von dem Bereich außerhalb des Dorns fluidmäßig isoliert, indem ein oder mehrere Stopfen in das Innere des Dorns eingespritzt bzw. eingeführt werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Unterdrucksetzen des Teils des inneren Bereichs des Dorns durch Einspritzen von Fluidmaterial mit Betriebsdrücken und Durchsätzen, die von etwa 500 bis 9.000 psi bzw. 40 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Einspritzen von Fluidmaterial über den Dorn hinaus bzw. jenseits des Dorns. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden ein oder mehrere Druckkammern unter Druck gesetzt, die durch den Dorn festgelegt sind. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die Druckkammern unter Druck gesetzt mit Drücken, die von etwa 500 bis 9.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das erste rohrförmige Element einen existierenden Schachtbohrungsabschnitt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Abdichten der Grenzfläche zwischen den ersten und zweiten rohrförmigen Elementen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Abstützen des aufgeweiteten zweiten rohrförmigen Elements unter

Verwenden des ersten rohrförmigen Elements. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Testen der Unversehrtheit der Dichtung in der Grenzfläche zwischen dem ersten rohrförmigen Element und dem zweiten rohrförmigen Element. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Einfangen des Dorns bei der Beendigung des Aufweitungsvorgangs. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Ausbohren des Dorns. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Tragen des Dorns mit einem Spiralrohr. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Verbinden des Dorns mit einem ausbohrbaren Schuh. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Dorn in der Längsrichtung verschoben. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Dorn in einer ersten Richtung während des Unterdrucksetzens und in einer zweiten Richtung während der Druckfreigabe verschoben.

Eine Vorrichtung ist erläutert worden, die ein oder mehrere massive primäre Rohre umfaßt, wobei jedes massive primäre Rohr eine oder mehrere äußere ringförmige Dichtungen umfaßt, n geschlitzte Rohre, die mit den primären massiven Rohren verbunden sind, $n - 1$ massive Zwischenrohre, die mit den geschlitzten Rohren verbunden und zwischen angeordnet bzw. verschachtelt sind, wobei jedes massive Zwischenrohr eine oder mehrere äußere Dichtungen umfaßt und einen Schuh, der mit einem der geschlitzten Rohre verbunden ist.

Ein Verfahren zum Isolieren einer ersten unterirdischen Zone von einer zweiten unterirdischen Zone in einer Schachtbohrung ist außerdem erläutert worden, aufweisend die Schritte: Positionieren von einem oder mehreren primären massiven Rohren innerhalb der Schachtbohrung, wobei die primären massiven Rohre die erste unterirdische Zone queren, Positionieren von einem oder mehreren geschlitzten Rohren in der Schachtbohrung, wobei die geschlitzten Rohre die zweite unterirdische Zone queren, fluidmäßiges Verbinden der geschlitzten Rohre mit den massiven Rohren und Verhindern des Hindurchgangs von Fluiden von der ersten unterirdischen Zone in die zweite unterirdische Zone innerhalb der Schachtbohrung außerhalb der massiven und geschlitzten Rohre.

Ein Verfahren zum Extrahieren bzw. Austragen von Materialien aus einer unterirdischen Produktionszone in einer Schachtbohrung, wobei zumindest ein Teil der Schachtbohrung eine Verschalung umfaßt, ist außerdem erläutert worden und umfaßt die Schritte: Positionieren von einem oder mehreren primären massiven Rohren in der Schachtbohrung, fluidmäßiges Verbinden der primären massiven Rohre mit der Verschalung, Positionieren von einem oder mehreren geschlitzten Rohren in der Schachtbohrung, wobei die geschlitzten Rohre die unterirdische Positionszone queren, fluidmäßiges Verbinden der geschlitzten Rohre mit den massiven Rohren, fluidmäßiges Isolieren der unterirdischen Produktionszone von zumindest einer weiteren unterirdischen Zone in der Schachtbohrung und fluidmäßiges Verbinden von zumindest einem der geschlitzten Rohre mit der unterirdischen Produktionszone. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das gesteuerte fluidmäßige Entkoppeln von zumindest einem der geschlitzten Rohre von zumindest einem weiteren der geschlitzten Rohre.

Ein Verfahren zum Erzeugen einer Verschalung in einem Bohrloch während außerdem das Bohrloch gebohrt wird, ist erläutert worden und umfaßt das Installieren einer rohrförmigen Auskleidung, eines Dorns und einer Bohranordnung in dem Bohrloch. Fluidmaterial wird in die rohrförmige

Auskleidung, den Dorn und die Bohranordnung eingespritzt. Zumindest ein Teil der rohrförmigen Auskleidung wird radial aufgeweitet, während das Bohrloch gebohrt wird unter Verwendung der Bohranordnung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Einspritzen des Einspritzens des Fluidmaterials in eine aufweibare Kammer. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Einspritzen das Einspritzen von aushärtbarem Fluidichtungsmaterial in einen ringförmigen Bereich, der zwischen dem Bohrloch und dem Äußeren der rohrförmigen Auskleidung zu liegen kommt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Einspritzen des aushärtbaren Fluidichtungsmaterials mit Betriebsdrücken und Durchsätzen, die von etwa 0 bis 5.000 psi bzw. 0 bis 1.500 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Einspritzen des Fluidmaterials mit Betriebsdrücken und Durchsätzen bereitgestellt, die von etwa 500 bis 9.000 psi bzw. 40 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Einspritzen des Fluidmaterials mit verringerten Betriebsdrücken und Durchsätzen während eines Endteils der radialen Aufweitung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Aushärten von zumindest einem Teil des Fluidmaterials und das Entfernen von zumindest einem Teil des ausgehärteten Fluidmaterials, welches innerhalb der rohrförmigen Auskleidung zu liegen kommt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Zurüberlappungbringen der rohrförmigen Auskleidung mit einer existierenden Schachtbohrungs-Verschalung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Abdichten der Überlappung zwischen der rohrförmigen Auskleidung und der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Abstützen der aufgeweiteten rohrförmigen Auskleidung unter Verwendung der Überlappung mit der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Testen der Unversehrtheit der Dichtung in der Überlappung zwischen der rohrförmigen Auskleidung und der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Schmieren der Oberfläche des Dorns. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Absorbieren von Stößen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Einfangen des Dorns bei der Beendigung des Aufweitungsvorgangs. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Aufweiten des Dorns in radialer Richtung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Ausbohren des Dorns. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Abstützen des Dorns mit einem Spiralrohr. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Wandungsdicke des rohrförmigen Elements variabel. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Dorn mit einem Bohrschuh verbunden.

Eine Vorrichtung ist außerdem erläutert worden, die ein Tragelement umfaßt, wobei das Tragelement einen ersten Fluiddurchlaß aufweist, einen Dorn, der mit dem Tragelement verbunden ist, wobei der Dorn aufweist: Einen zweiten Fluiddurchlaß, ein rohrförmiges Element, welches mit dem Dorn verbunden ist, und einen Schuh, der mit der rohrförmigen Auskleidung verbunden ist, wobei der Schuh einen dritten Fluiddurchlaß aufweist, und eine Bohranordnung, die mit dem Schuh verbunden ist, wobei die ersten, zweiten und dritten Fluiddurchlässe und die Bohranordnung betriebsmä-

Big verbunden sind. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Tragelement außerdem einen Druckfreigabedurchlaß und ein Durchsatzsteuerventil, welches mit dem ersten Fluiddurchlaß und dem Druckfreigabedurchlaß verbunden ist. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Tragelement außerdem einen Stoßabsorber. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Tragelement ein oder mehrere Dichtungselemente, die dazu ausgelegt sind, Fremdmaterial am Eindringen in einen inneren Bereich des rohrförmigen Elements verhindern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Tragelement einen oder mehrere Stabilisierer. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Dorn aufweitbar. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das rohrförmige Element aus Materialien hergestellt, die ausgewählt sind aus der Gruppe, die aus Oilfield Country Tubular Goods, Stahl von Kraftfahrzeug-Qualität, Kunststoff und Chromstahl besteht. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform besitzt das rohrförmige Element Innen- und Außendurchmesser, die von 0,75 bis 47 Inch bzw. 1,05 bis 48 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform besitzt das rohrförmige Element einen plastischen Dehnpunkt bzw. eine Dehngrenze, der bzw. die von etwa 40.000 bis 135.000 psi reicht. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das rohrförmige Element ein oder mehrere Dichtungselemente an einem Endabschnitt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das rohrförmige Element ein oder mehrere Druckfreigabelöcher an einem Endabschnitt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das rohrförmige Element ein Einfangelement an einem Endabschnitt zum Abbremsen der Bewegung des Dorns. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Tragelement ein Spiralrohr. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist zumindest ein Teil des Dorns und des Schuhs ausbohrbar. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Wandungsdicke des rohrförmigen Elements in einem Bereich benachbart zu dem Dorn geringer als die Wandungsdicke des rohrförmigen Elements in einem Bereich, der nicht benachbart zum Dorn liegt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung außerdem eine aufweitbare Kammer. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die aufweitbare Kammer ungefähr zylindrisch. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die aufweitbare Kammer ungefähr ringförmig.

Ein Verfahren zum Bilden einer unterirdischen Rohrleitung mit einem unterirdischen Tunnel, aufweisend zumindest ein erstes rohrförmiges Element und ein zweites rohrförmiges Element, wobei das erste rohrförmige Element einen Innendurchmesser größer als einen Außendurchmesser des zweiten rohrförmigen Elements aufweist, ist erläutert worden und umfaßt die Schritte: Positionieren des ersten rohrförmigen Elements in dem Tunnel, Positionieren des zweiten rohrförmigen Elements in dem Tunnel in überlappender Beziehung mit dem ersten rohrförmigen Element, Positionieren eines Dorns und einer Bohranordnung innerhalb eines inneren Bereichs des zweiten rohrförmigen Elements, Einspritzen eines Fluidmaterials in den Dorn, die Bohranordnung und ein zweites rohrförmige Element, Pressen zumindest eines Teils des zweiten rohrförmigen Elements weg von dem Dorn in Eingriff mit dem ersten rohrförmigen Element und Bohren des Tunnels. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Einspritzen des Fluidmaterials mit Betriebsdrücken, die von etwa 500 bis 9.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Einspritzen des Fluidmaterials mit verringerten Betriebsdrücken während eines letzten Teils des Aufweitungsvorgangs. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Abdichten der

Grenzfläche zwischen den ersten und zweiten rohrförmigen Elementen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Abstützen eines aufgeweiteten zweiten rohrförmigen Elements unter Verwendung der Grenzfläche mit dem ersten rohrförmigen Element. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Schmieren der Oberfläche des Dorns. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Absorbieren von Stößen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Aufweiten des Dorns in radialer Richtung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Abdichten der Grenzfläche zwischen den ersten und zweiten rohrförmigen Elementen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Abstützen des aufgeweiteten zweiten rohrförmigen Elements unter Verwendung des ersten rohrförmigen Elements. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Testen der Unversehrtheit der Dichtung in der Grenzfläche zwischen dem ersten rohrförmigen Element und dem zweiten rohrförmigen Element. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Einfangen des Dorns bei der Beendigung des Aufweitungsvorgangs. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Ausbohren des Dorns. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Abstützen des Dorns mit einem Spiralrohr. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Verbinden des Dorns mit einem ausbohrbaren Schuh. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Fluidmaterial in eine aufweitbare Kammer gespritzt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die aufweitbare Kammer im wesentlichen zylindrisch. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die aufweitbare Kammer im wesentlichen ringförmig. Eine Vorrichtung ist erläutert worden, die eine Schachtbohrung umfaßt, die durch den Prozeß gebildet wird, eine Schachtbohrung auszubohren, und eine rohrförmige Auskleidung, die in der Schachtbohrung positioniert ist, wobei die rohrförmige Auskleidung durch den Prozeß gebildet wird, die rohrförmige Auskleidung von einem Dorn wegzupressen, während die Schachtbohrung gebohrt wird. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die rohrförmige Auskleidung durch den Prozeß gebildet, die rohrförmige Auskleidung und den Dorn in der Schachtbohrung zu plazieren und den inneren Abschnitt der rohrförmigen Auskleidung unter Druck zu setzen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der innere Abschnitt der rohrförmigen Auskleidung mit Drücken unter Druck gesetzt, die von etwa 500 bis 9.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die rohrförmige Auskleidung durch den Prozeß gebildet, die rohrförmige Auskleidung und den Dorn in der Schachtbohrung zu plazieren und einen inneren Abschnitt des Dorns unter Druck zu setzen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der innere Abschnitt des Dorns mit Drücken unter Druck gesetzt, die von etwa 500 bis 9.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung außerdem einen ringförmigen Körper aus ausgehärtetem Fluidmaterial, der mit der rohrförmigen Auskleidung verbunden ist. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der ringförmige Körper aus ausgehärtetem Fluidmaterial durch den Prozeß gebildet, ein aushärtbares Fluidmaterial in den Ringraum außerhalb der ringförmigen Auskleidung einzuspritzen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform überlappt die rohrförmige Auskleidung die existierende Schachtbohrungs-Verschaltung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform um-

faßt die Vorrichtung außerdem eine Dichtung, welche in der Überlappung zwischen der rohrförmigen Auskleidung und der existierenden Schachtbohrungs-Verschalung angeordnet ist. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die rohrförmige Auskleidung durch die Überlappung mit der existierenden Schachtbohrungs-Verkleidung abgestützt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Prozeß, die rohrförmige Auskleidung aufzuweiten, das Unterdrucksetzen einer aufweitbaren Kammer. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die aufweitbare Kammer im wesentlichen zylindrisch. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die aufweitbare Kammer im wesentlichen ringförmig.

Ein Verfahren zum Bilden einer Schachtbohrungs-Verschalung in einer Schachtbohrung ist außerdem erläutert worden und umfaßt das Ausbohren der Schachtbohrung, während die Schachtbohrungs-Verschalung gebildet wird. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Bilden der Verschalung das Aufweiten eines rohrförmigen Elements in der radialen Richtung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Aufweiten das Verschieben des Dorns relativ zu dem rohrförmigen Element. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verschieben das Aufweiten einer aufweitbaren Kammer. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die aufweitbare Kammer eine zylindrische Kammer. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die aufweitbare Kammer eine ringförmige Kammer.

Ein Verfahren zum Aufweiten eines rohrförmigen Elements ist außerdem erläutert worden und umfaßt das Plazieren eines Dorns in einem rohrförmigen Element, das Unterdrucksetzen eines ringförmigen Bereichs innerhalb des rohrförmigen Elements und das Verschieben des Dorns relativ zu dem rohrförmigen Element. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Entfernen von Fluiden in dem rohrförmigen Element, die durch die Verschiebung des Dorns verschoben werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform durchsetzen die entfernten Fluide das Innere des ringförmigen Bereichs. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform nimmt das Volumen des ringförmigen Bereichs zu. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren das Abdichten des ringförmigen Bereichs. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Abdichten des ringförmigen Bereichs das Abdichten eines stationären Elements und das Abdichten eines nicht stationären Elements. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Fördern von Fluiden in entgegengesetzten Richtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Fördern eines unter Druck stehenden Fluids und eines nicht unter Druck stehenden Fluids in entgegengesetzten Richtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Unterdrucksetzen mit Betriebsdrücken, die von etwa 0 bis 9.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Unterdrucksetzen mit Betriebsdrücken, die von etwa 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Ein Verfahren zum Verbinden eines rohrförmigen Elements mit einer bereits existierenden Struktur ist außerdem erläutert worden und umfaßt die Schritte: Positionieren des rohrförmigen Elements in überlappender Beziehung mit der bereits existierenden Struktur, Plazieren eines Dorns innerhalb des rohrförmigen Elements, Unterdrucksetzen eines ringförmigen Bereichs in dem rohrförmigen Element und Verschieben des Dorns relativ zu dem rohrförmigen Element. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Entfernen von Fluiden in dem rohrförmigen Element, die durch die Verschiebung des

Dorns verschoben werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform durchsetzen die entfernten Fluide das Innere des ringförmigen Bereichs. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform nimmt das Volumen des ringförmigen Bereichs zu. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Abdichten des ringförmigen Bereichs. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Abdichten des ringförmigen Bereichs das Abdichten eines stationären Elements und das Abdichten eines nicht stationären Elements. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Fördern von Fluiden in entgegengesetzten Richtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Fördern eines unter Druck stehenden Fluids und eines nicht unter Druck stehenden Fluids in entgegengesetzten Richtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Unterdrucksetzen mit Betriebsdrücken, die von etwa 0 bis 9.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Unterdrucksetzen mit Durchsätzen, die von etwa 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Ein Verfahren zum Reparieren eines Defekts in einer bereits existierenden Struktur unter Verwendung eines rohrförmigen Elements ist außerdem erläutert worden und umfaßt die Schritte: Positionieren des rohrförmigen Elements in überlappender Beziehung mit dem Defekt in der bereits existierenden Struktur, Plazieren eines Dorns in dem rohrförmigen Element, Unterdrucksetzen eines ringförmigen Bereichs in dem rohrförmigen Element und Verschieben des Dorns relativ zu dem rohrförmigen Element. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Entfernen von Fluiden in dem rohrförmigen Element, die durch die Verschiebung des Dorns verschoben werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform durchsetzen die entfernten Fluide das Innere des ringförmigen Bereichs. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform nimmt das Volumen des ringförmigen Bereichs zu. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Abdichten des ringförmigen Bereichs. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Abdichten des ringförmigen Bereichs das Abdichten eines stationären Elements und das Abdichten eines nicht stationären Elements. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Fördern von Fluiden in entgegengesetzten Richtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Fördern eines unter Druck stehenden Fluids und eines nicht unter Druck stehenden Fluids in entgegengesetzten Richtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Unterdrucksetzen mit Betriebsdrücken, die von etwa 0 bis 9.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Unterdrucksetzen mit Durchsätzen, die von etwa 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Abdichten der Grenzfläche zwischen der bereits existierenden Struktur und dem rohrförmigen Element an den Enden des rohrförmigen Elements.

Eine Vorrichtung zum radialen Aufweiten eines rohrförmigen Elements ist außerdem erläutert worden und umfaßt ein erste rohrförmiges Element, ein zweites rohrförmiges Element, welches in dem ersten rohrförmigen Element positioniert ist, ein drittes rohrförmiges Element, welches mit dem zweiten rohrförmigen Element beweglich verbunden und in diesem positioniert ist, ein erstes ringförmiges Dichtungselement zum Abdichten einer Grenzfläche zwischen den ersten und zweiten rohrförmigen Elementen, ein zweites ringförmiges Dichtungselement zum Abdichten einer Grenzfläche zwischen den zweiten und dritten rohrförmigen Elementen und einen Dorn, der in dem ersten Element posi-

tioniert und mit einem Ende des dritten Elements verbunden ist. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung außerdem eine ringförmige Kammer, welche durch das erste rohrförmige Element, das zweite rohrförmige Element, das dritte rohrförmige Element, das erste ringförmige Dichtungselement, das ringförmige Dichtungselement und den Dorn festgelegt ist. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung außerdem einen ringförmigen Durchlaß, welche durch das zweite rohrförmige Element und das dritte rohrförmige Element festgelegt ist. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung außerdem einen Fluiddurchlaß, der in dem dritten rohrförmigen Element und dem Dorn enthalten ist. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung außerdem ein oder mehrere Dichtungselemente, die mit der Außenseite des ersten rohrförmigen Elements verbunden sind. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung außerdem eine ringförmige Kammer, die durch das erste rohrförmige Element, das zweite rohrförmige Element, das dritte rohrförmige Element, das erste ringförmige Dichtungselement, das zweite ringförmige Dichtungselement und den Dorn festgelegt ist und einen ringförmigen Durchlaß, der durch das zweite rohrförmige Element und das dritte rohrförmige Element festgelegt ist. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die ringförmige Kammer und der ringförmige Durchlaß fluidmäßig verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung ein oder mehrere Gleitelemente, die mit der Außenseite des ersten rohrförmigen Elements verbunden sind. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der eine konische Oberfläche. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform beträgt der Angriffswinkel der konischen Oberfläche von etwa 10 bis 30°. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist die konische Oberfläche eine Oberflächenhärte im Bereich von etwa 58 bis 62 Rockwell C auf.

Eine Vorrichtung ist außerdem erläutert worden, die ein rohrförmiges Element umfaßt, einen Kolben, der dazu ausgelegt ist, den Durchmesser des rohrförmigen Elements aufzuweiten, der in dem rohrförmigen Element angeordnet ist, wobei der Kolben einen Durchlaß zum Fördern von Fluiden aus dem rohrförmigen Element heraus aufweist, und eine ringförmige Kammer, die durch den Kolben und das rohrförmige Element festgelegt ist. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Kolben eine konische Oberfläche. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform beträgt der Angriffswinkel der konischen Oberfläche von etwa 10 bis 30°. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist die konische Oberfläche eine Oberflächenhärte auf, die von etwa 58 bis 62 Rockwell C beträgt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das rohrförmige Element ein oder mehrere Dichtungselemente, die mit der Außenseite des rohrförmigen Elements verbunden sind.

Außerdem ist eine Schachtbohrungs-Verschalung erläutert worden, die in erstes rohrförmiges Element und ein zweites rohrförmiges Element umfaßt, das mit dem ersten rohrförmigen Element verbunden ist. Das zweite rohrförmige Element wird mit dem ersten rohrförmigen Element durch den Prozeß verbunden, ein zweites rohrförmiges Element in überlappender Beziehung mit dem ersten rohrförmigen Element zu positionieren, einen Dorn in dem zweiten rohrförmigen Element anzuordnen und einen ringförmigen Bereich in dem zweiten rohrförmigen Element unter Druck zu setzen und den Dorn relativ zu dem zweiten rohrförmigen Element zu verschieben. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Erstellung der Schachtbohrungs-Verschalung außerdem das Entfernen von Fluiden in dem zweiten Rohrelement, die durch die Verschiebung des Dorns ver-

schohen werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform durchsetzen die entfernten Fluide das Innere des ringförmigen Bereichs. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform nimmt das Volumen des ringförmigen Bereichs zu. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Erstellung der Schachtbohrungs-Verschalung außerdem das Abdichten des ringförmigen Bereichs. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Abdichten des ringförmigen Bereichs das Abdichten eines stationären Elements und das Abdichten eines nicht stationären Elements. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Erstellen der Schachtbohrungs-Verschalung außerdem das Fördern von Fluiden in entgegengesetzten Richtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Erstellen der Schachtbohrungs-Verschalung außerdem das Fördern eines unter Druck stehenden Fluids und eines nicht unter Druck stehenden Fluids in entgegengesetzten Richtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Unterdrucksetzen mit Betriebsdrücken, die von etwa 0 bis 9.000 reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Unterdrucksetzen mit Durchsätzen, die von etwa 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Außerdem ist eine Vorrichtung erläutert worden, die eine bereits existierende Struktur und ein mit der bereits existierenden Struktur verbundenes rohrförmiges Element umfaßt. Das rohrförmige Element wird mit der bereits existierenden Struktur verbunden: Positionieren des rohrförmigen Elements in überlappender Beziehung mit der bereits existierenden Struktur, Plazieren eines Dorns in dem rohrförmigen Element, Unterdrucksetzen eines ringförmigen Bereichs in dem rohrförmigen Element und Verschieben des Dorns relativ zu dem rohrförmigen Element. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung außerdem das Entfernen von Fluiden in dem rohrförmigen Element, die durch das Verschieben des Dorns verschoben werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform durchsetzen die entfernten Fluide das Innere des ringförmigen Bereichs. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform nimmt das Volumen des ringförmigen Bereichs zu. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung außerdem das Abdichten des ringförmigen Bereichs. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Abdichten des ringförmigen Bereichs das Abdichten eines stationären Elements und das Abdichten eines nicht stationären Elements. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Betreiben der Vorrichtung außerdem das Fördern eines unter Druck stehenden Fluids und eines nicht unter Druck stehenden Fluids in entgegengesetzten Richtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Unterdrucksetzen mit Betriebsdrücken, die von etwa 0 bis 9.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Unterdrucksetzen mit Durchsätzen, die von etwa 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Eine Vorrichtung ist erläutert worden, die eine bereits existierende Struktur umfaßt, die einen defekten Abschnitt und ein rohrförmiges Element aufweist, das mit dem defekten Abschnitt der bereits existierenden Struktur verbunden ist bzw. wird. Das rohrförmige Element wird mit dem defekten Abschnitt der bereits existierenden Struktur durch den Prozeß verbunden, der die Schritte umfaßt: Positionieren des rohrförmigen Elements in überlappender Beziehung mit dem Defekt in der bereits existierenden Struktur, Plazieren eines Dorns in dem rohrförmigen Element, Unterdrucksetzen eines ringförmigen Bereichs in dem rohrförmigen Element und Verschieben des Dorns relativ zu dem rohrförmigen Element. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Betreiben der Vorrichtung außerdem das Entfernen von Fluiden in dem rohrförmigen Element, die durch

die Verschiebung des Dorns verschoben werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform durchsetzen die entfernten Fluide das Innere des ringförmigen Bereichs. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform nimmt das Volumen des ringförmigen Bereichs zu. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Betreiben bzw. Erstellen der Vorrichtung außerdem das Abdichten des ringförmigen Bereichs. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Abdichten des ringförmigen Bereichs das Abdichten eines stationären Elements und das Abdichten eines nicht stationären Elements. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Betreiben bzw. Erstellen der Vorrichtung außerdem das Fördern von Fluiden in entgegengesetzten Richtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung außerdem das Fördern eines unter Druck stehenden Fluids und eines nicht unter Druck stehenden Fluids in entgegengesetzten Richtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Unterdrucksetzen mit Betriebsdrücken bereitgestellt, die von etwa 0 bis 9.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Unterdrucksetzen mit Durchsätzen, die von etwa 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung außerdem das Abdichten der Grenzfläche zwischen der bereits existierenden Struktur und dem rohrförmigen Element an den Enden des rohrförmigen Elements.

Ein Verfahren zum Aufweiten eines rohrförmigen Elements ist außerdem erläutert worden, demnach ein Dorn innerhalb eines rohrförmigen Elements angeordnet wird, ein Bereich innerhalb des rohrförmigen Elements unter Druck gesetzt wird, und der Dorn relativ zu dem rohrförmigen Element verschoben wird. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Unterdrucksetzen bei Betriebsdrücken, die von etwa 0 bis 9.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt die Unterdrucksetzung bei Durchsätzen, die von etwa 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das rohrförmige Element beginnend mit einem oberen Teil des rohrförmigen Elements aufgeweitet.

Ein Verfahren zum Verbinden eines rohrförmigen Elements mit einer bereits existierenden Struktur ist außerdem erläutert worden und umfaßt folgende Schritte: Positionieren des rohrförmigen Elements in überlappender Beziehung mit der bereits existierenden Struktur, Plazieren eines Dorns innerhalb des rohrförmigen Elements, Unterdrucksetzen eines inneren Bereichs innerhalb des rohrförmigen Elements und Verschieben des Dorns relativ zu dem rohrförmigen Element. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Unterdrucksetzen mit Betriebsdrücken, die von etwa 0 bis 9.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Unterdrucksetzen mit Durchsätzen, die von etwa 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das rohrförmige Element beginnend mit einem oberen Teil des rohrförmigen Elements aufgeweitet.

Ein Verfahren zum Reparieren eines Defekts in einer bereits existierenden Struktur unter Verwendung eines rohrförmigen Elements ist außerdem erläutert worden und umfaßt das Positionieren des rohrförmigen Elements in überlappender Beziehung mit dem Defekt in der bereits existierenden Struktur, das Plazieren eines Dorns innerhalb des rohrförmigen Elements, das Unterdrucksetzen eines inneren Bereichs in dem rohrförmigen Element und das Verschieben des Dorns relativ zu dem rohrförmigen Element. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Unterdrucksetzen mit Betriebsdrücken, die von etwa 0 bis 9.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Unterdrucksetzen mit Durchsätzen, die von etwa 0 bis

3.000 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das rohrförmige Element beginnend mit einem oberen Teil des rohrförmigen Elements aufgeweitet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Abdichten der Grenzfläche zwischen der bereits existierenden Struktur und dem rohrförmigen Element an beiden Enden des rohrförmigen Elements.

Eine Vorrichtung zum radialen Aufweiten eines rohrförmigen Elements ist außerdem erläutert worden und umfaßt ein erstes rohrförmiges Element, ein zweites rohrförmiges Element, das mit dem ersten rohrförmigen Element verbunden ist, ein drittes rohrförmiges Element, das mit dem zweiten rohrförmigen Element verbunden ist, und einen Dorn, der in dem zweiten rohrförmigen Element positioniert und mit einem Endabschnitt des dritten rohrförmigen Elements verbunden ist. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Dorn einen Fluiddurchlaß mit einem Einlaß, der dazu ausgelegt ist, ein Fluidstoppelement aufzunehmen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung außerdem ein oder mehrere Gleitelemente, die mit der Außenseite des dritten rohrförmigen Elements verbunden sind. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Dorn eine konische Oberfläche. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Angriffswinkel der konischen Oberfläche von etwa 10 bis 30°. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform besitzt die konische Oberfläche eine Härte, die von etwa 58 bis 62 Rockwell C reicht. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der mittlere Innendurchmesser des zweiten rohrförmigen Elements größer als der mittlere Innendurchmesser des dritten rohrförmigen Elements.

Außerdem ist eine Vorrichtung erläutert worden, die ein rohrförmiges Element umfaßt, einen Kolben, der dazu ausgelegt ist, den Durchmesser des rohrförmigen Elements aufzuweiten, das in dem rohrförmigen Element positioniert ist, wobei der Kolben einen Durchlaß zum Fördern von Fluiden aus dem rohrförmigen Element heraus aufweist. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Kolben eine konische Oberfläche. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Angriffswinkel der konischen Oberfläche von etwa 10 bis 30°. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform hat die konische Oberfläche eine Oberflächenhärte, die von etwa 58 bis 62 Rockwell C reicht. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das rohrförmige Element ein oder mehrere Dichtungselemente, die mit der Außenseite des rohrförmigen Elements verbunden sind.

Außerdem ist eine Schachtbohrungs-Verschalung erläutert worden, die ein erstes rohrförmiges Element und ein zweites rohrförmiges Element aufweist, das mit dem ersten rohrförmigen Element verbunden ist. Das zweite rohrförmige Element wird mit dem ersten rohrförmigen Element durch folgenden Prozeß verbunden: Positionieren des zweiten rohrförmigen Elements in überlappender Beziehung mit dem ersten rohrförmigen Element, Plazieren eines Dorns in dem zweiten rohrförmigen Element, Unterdrucksetzen des inneren Bereichs in dem zweiten rohrförmigen Element und Verschieben des Dorns relativ zu dem zweiten rohrförmigen Element. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Unterdrucksetzen mit Betriebsdrücken bereitgestellt, die von etwa 0 bis 9.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Unterdrucksetzen mit Durchsätzen bereitgestellt, die von etwa 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Eine Vorrichtung ist außerdem erläutert worden, die eine bereits existierende Struktur und ein rohrförmiges Element umfaßt, das mit der bereits existierenden Struktur verbunden ist. Das rohrförmige Element wird mit der bereits existierenden Struktur durch folgenden Prozeß verbunden: Po-

sitionieren des rohrförmigen Elements in überlappender Beziehung mit der bereits existierenden Struktur, Plazieren eines Dorns in dem rohrförmigen Element, Unterdrucksetzen eines inneren Bereichs in dem rohrförmigen Element und Verschieben des Dorns relativ zu dem rohrförmigen Element. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Unterdrucksetzen mit Betriebsdrücken, die von etwa 0 bis 9.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Unterdrucksetzen mit Durchsätzen, die von etwa 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Eine Vorrichtung ist außerdem erläutert worden, die eine bereits existierende Struktur und ein rohrförmiges Element umfaßt, das mit dem defekten Abschnitt der bereits existierenden Struktur verbunden ist. Das rohrförmige Element wird mit dem defekten Abschnitt der bereits existierenden Struktur durch folgenden Prozeß verbunden: Positionieren des rohrförmigen Elements in überlappender Beziehung mit dem Defekt in der bereits existierenden Struktur, Plazieren eines Dorns in dem rohrförmigen Element, Unterdrucksetzen eines inneren Bereichs in dem rohrförmigen Element und Verschieben des Dorns relativ zu dem rohrförmigen Element. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Unterdrucksetzen mit Betriebsdrücken, die von etwa 0 bis 9.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Unterdrucksetzen mit Durchsätzen, die von etwa 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung außerdem die Abdichtung der Grenzfläche zwischen der bereits existierenden Struktur und dem rohrförmigen Element an beiden Enden des rohrförmigen Elements.

Eine Vorrichtung ist außerdem erläutert worden, die ein erstes rohrförmiges Element, ein zweites rohrförmiges Element und eine Gewindeverbindung zum Verbinden des ersten rohrförmigen Elements mit dem zweiten rohrförmigen Element umfaßt. Die Gewindeverbindung umfaßt ein oder mehrere Dichtungselemente zum Abdichten der Grenzfläche zwischen den ersten und zweiten rohrförmigen Elementen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Gewindeverbindung eine Stift- bzw. Zapfen- und Kasten-Gewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Dichtungselemente benachbart zu einem Endabschnitt des Gewindeabschnitts angeordnet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist eines der Dichtungselemente benachbart zu einem Endabschnitt des Gewindeabschnitts angeordnet, und das andere der Dichtungselemente ist benachbart zu einem Endabschnitt der Gewindeverbindung nicht angeordnet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind mehrere der Dichtungselemente benachbart zu einem Endabschnitt der Gewindeverbindung angeordnet.

Eine Vorrichtung ist außerdem erläutert worden, die eine rohrförmige Anordnung mit einem ersten rohrförmigen Element, einem zweiten rohrförmigen Element und einer Gewindeverbindung zum Verbinden des ersten rohrförmigen Elements mit dem zweiten rohrförmigen Element umfaßt. Die Gewindeverbindung umfaßt ein oder mehrere Dichtungselemente zum Abdichten der Grenzfläche zwischen den ersten und zweiten rohrförmigen Elementen. Die rohrförmige Anordnung wird durch den Prozeß gebildet, die rohrförmige Anordnung radial aufzuweiten. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Gewindeverbindung eine Stift- bzw. Zapfen- und Kasten-Gewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Dichtungselemente benachbart zu einem Endabschnitt der Gewindeverbindung angeordnet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist eines der Dichtungselemente benachbart zu einem Endabschnitt der Gewindeverbindung angeordnet, während das andere der Dichtungselemente nicht be-

nachbart zu einem Endabschnitt der Gewindeverbindung angeordnet ist. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind mehrere Dichtungselemente benachbart zu einem Endabschnitt der Gewindeverbindung angeordnet.

Eine Vorrichtung ist außerdem erläutert worden, die ein rohrförmiges Element und einen Dorn umfaßt, der in dem rohrförmigen Element angeordnet ist, aufweisend eine konische Oberfläche mit einem Angriffswinkel von etwa 10 bis 30°. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das rohrförmige Element ein erstes rohrförmiges Element, ein zweites rohrförmiges Element und eine Gewindeverbindung zum Verbinden des ersten rohrförmigen Elements mit dem zweiten rohrförmigen Element. Die Gewindeverbindung umfaßt ein oder mehrere Dichtungselemente zum Abdichten der Grenzfläche zwischen den ersten und zweiten rohrförmigen Elementen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Gewindeverbindung eine Stift- und Kasten-Gewindeverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Dichtungselemente benachbart zu einem Endabschnitt der Gewindeverbindung angeordnet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist eines der Dichtungselemente benachbart zu einem Endabschnitt der Gewindeverbindung angeordnet, während das andere der Dichtungselemente nicht benachbart zu einem Endabschnitt der Gewindeverbindung angeordnet ist. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind mehrere Dichtungselemente benachbart zu einem Endabschnitt der Gewindeverbindung angeordnet.

Obwohl beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung dargestellt und erläutert wurden, ist sie zahlreichen Abwandlungen und Modifikationen zugänglich, die sämtliche im Umfang der Erfindung liegen, die durch die anliegenden Ansprüche festgelegt ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erzeugen einer Verschalung in einem Bohrloch, das in einer unterirdischen Formation angeordnet ist, aufweisend die Schritte:
Installieren einer rohrförmigen Auskleidung und eines Dorns in dem Bohrloch,
Einspritzen von Fluidmaterial in das Bohrloch,
Unterdrucksetzen eines Teils des inneren Bereichs der rohrförmigen Auskleidung, und
radiales Aufweiten von zumindest einem Teil der Auskleidung in dem Bohrloch durch Pressen von zumindest einem Teil der rohrförmigen Auskleidung weg von dem Dorn.
2. Verfahren zum Erzeugen einer Verschalung in einem Bohrloch, das in einem Abschnitt einer unterirdischen Formation angeordnet ist, wobei das Bohrloch eine bereits existierende Verschalung aufweist, aufweisend die Schritte:
Ausbohren eines neuen Abschnitts des Bohrlochs benachbart zu der bereits existierenden Verschalung,
Plazieren einer rohrförmigen Auskleidung und eines aufweitbaren Dorns in den neuen Abschnitt des Bohrlochs,
Überlappen der rohrförmigen Auskleidung mit der bereits existierenden Verschalung,
Einspritzen eines aushärtbaren Fluidichtungsmaterials in einem ringförmigen Bereich zwischen der rohrförmigen Auskleidung und dem neuen Abschnitt des Bohrlochs,
fluidmäßiges Isolieren des ringförmigen Bereichs zwischen der rohrförmigen Auskleidung und dem neuen Abschnitt des Bohrlochs ausgehend von einem inneren Bereich der rohrförmigen Auskleidung unter dem

Dorn,
 Einspritzen eines nicht aushärtbaren Fluidmaterials in den inneren Bereich der rohrförmigen Auskleidung unter dem Dorn,
 Pressen der rohrförmigen Auskleidung weg von dem aufweitbaren Dorn, 5
 Abdichten der Überlappung zwischen der rohrförmigen Auskleidung und der bereits existierenden Verschalung,
 Abstützen der rohrförmigen Auskleidung mit der Überlappung mit der bereits existierenden Verschalung, 10
 Entfernen des Dorns aus dem Bohrloch,
 Testen der Unversehrtheit der Dichtung der Überlappung zwischen der rohrförmigen Auskleidung und der bereits existierenden Verschalung, 15
 Entfernen von zumindest einem Teil des aushärtbaren Fluidichtungsmaterials aus dem Innern der rohrförmigen Auskleidung,
 Aushärten der verbleibenden Abschnitte des flüssigen aushärtbaren Fluidichtungsmaterials, und 20
 Entfernen von zumindest einem Teil des ausgehärteten aushärtbaren Fluidichtungsmaterials in der rohrförmigen Auskleidung.
 3. Vorrichtung zum Aufweiten eines rohrförmigen Elements, aufweisend: 25
 Ein Tragelement, das einen ersten Fluiddurchlaß aufweist,
 einen Dorn, der mit dem Tragelement verbunden ist und einen zweiten Fluiddurchlaß aufweist,
 ein rohrförmiges Element, das mit dem Dorn verbunden ist, und 30
 einen Schuh, der mit der rohrförmigen Auskleidung verbunden ist, wobei der Schuh einen dritten Fluiddurchlaß aufweist,
 wobei die ersten, zweiten und dritten Fluiddurchlässe 35 betriebsmäßig verbunden sind.
 4. Vorrichtung zum Aufweiten eines rohrförmigen Elements, aufweisend:
 Ein Tragelement, folgendes aufweisend:
 einen ersten Fluiddurchlaß, 40
 einen zweiten Fluiddurchlaß, und
 ein Durchsatzsteuerventil, das mit den ersten und zweiten Fluiddurchlässen verbunden ist,
 einen aufweitbaren Dorn, der mit dem Tragelement verbunden ist, wobei der aufweitbare Dorn einen dritten Fluiddurchlaß aufweist, der mit dem ersten Fluiddurchlaß verbunden ist, 45
 ein rohrförmiges Element, das mit dem Dorn verbunden ist,
 wobei das rohrförmige Element ein oder mehrere Dichtungselemente aufweist, 50
 einen Schuh, der mit dem rohrförmigen Element verbunden ist, wobei der Schuh aufweist:
 einen vierten Fluiddurchlaß, der mit dem dritten Fluiddurchlaß verbunden und dazu ausgelegt ist, ein Stopp- 55 element aufzunehmen, und
 einen oder mehrere Auslaßdurchlässe, die mit dem vierten Fluiddurchlaß zum Einspritzen von Fluidmaterial außerhalb des Schuhs verbunden sind, und
 zumindest ein Dichtungselement, das mit dem Tragelement verbunden und dazu ausgelegt ist, das Eindringen von Fremdmaterial in den inneren Bereich des rohrförmigen Elements zu verhindern.
 5. Verfahren zum Verbinden eines zweiten rohrförmigen Elements mit einem ersten rohrförmigen Element, 65 wobei das erste rohrförmige Element einen Innendurchmesser aufweist, der größer ist als ein Außendurchmesser des zweiten rohrförmigen Elements, auf-

weisend die Schritte:
 Positionieren eines Dorns in einem inneren Bereich des zweiten rohrförmigen Elements,
 Unterdrucksetzen eines Teils des inneren Bereichs des zweiten rohrförmigen Elements, und
 Pressen von zumindest einem Teil des zweiten rohrförmigen Elements weg von dem Dorn in Eingriff mit dem ersten rohrförmigen Element.
 6. Rohrförmige Auskleidung, aufweisend:
 Ein ringförmiges Element, welches folgendes aufweist:
 Ein oder mehrere Dichtungselemente an einem Endabschnitt des ringförmigen Elements, und
 ein oder mehrere Druckfreigabedurchlässe an einem Endabschnitt des ringförmigen Elements.
 7. Schachtbohrungs-Verschalung, aufweisend:
 Eine rohrförmige Auskleidung, die durch den Prozeß gebildet ist, die rohrförmige Auskleidung von dem Dorn wegzupressen, und
 einen ringförmigen Körper aus einem ausgehärteten Fluidichtungsmaterial, das mit der rohrförmigen Auskleidung verbunden ist.
 8. Rückbindbare Auskleidung zum Auskleiden einer existierenden Schachtbohrungs-Verschalung, aufweisend:
 Eine rohrförmige Auskleidung, die durch den Prozeß gebildet ist, zumindest einen Teil der rohrförmigen Auskleidung von einem Dorn wegzupressen, und
 einen ringförmigen Körper aus ausgehärtetem Fluidichtungsmaterial, das mit der rohrförmigen Auskleidung verbunden ist.
 9. Vorrichtung zum Aufweiten eines rohrförmigen Elements, aufweisend:
 Ein Tragelement mit einem ersten Fluiddurchlaß, einen Dorn, der mit dem Tragelement verbunden ist und aufweist:
 Einen zweiten Fluiddurchlaß, der betriebsmäßig mit dem ersten Fluiddurchlaß verbunden ist,
 einen inneren Abschnitt und
 einen äußeren Abschnitt, 40
 wobei der innere Abschnitt des Dorns ausbohrbar ist,
 ein aufweitbares rohrförmiges Element, das mit dem Dorn verbunden ist, und
 einen Schuh, der mit dem rohrförmigen Element verbunden ist und aufweist:
 einen dritten Fluiddurchlaß, der mit dem zweiten Fluiddurchlaß betriebsmäßig verbunden ist,
 einen inneren Abschnitt, und
 einen äußeren Abschnitt, 45
 wobei der innere Abschnitt des Schuhs ausbohrbar ist.
 10. Schachtkopf, aufweisend:
 Eine äußere Verschalung, und
 mehrere im wesentlichen konzentrische und überlappende innere Verschalungen, die mit der äußeren Verschalung verbunden sind, 50
 wobei jede innere Verschalung durch Kontaktdruck zwischen einer Außenseite der inneren Verschalung und einer Innenseite der äußeren Verschalung getragen ist.
 11. Schachtkopf, aufweisend:
 Eine äußere Verschalung, die zumindest teilweise in der Schachtbohrung positioniert ist, und
 mehrere im wesentlichen konzentrische innere Verschalungen, die mit der Innenseite der äußeren Verschalung durch den Prozeß verbunden sind, eine oder mehrere der inneren Verschalungen in Kontakt mit zumindest einem Teil der Innenseite der äußeren Verschalung aufzuweiten.
 12. Verfahren zum Bilden eines Schachtkopfs, aufwei-

send die Schritte:

Bohren einer Schachtbohrung,

Positionieren einer äußeren Verschalung zumindest teilweise in einem oberen Abschnitt der Schachtbohrung,

Positionieren eines ersten rohrförmigen Elements in der äußeren Verschalung,

Aufweiten von zumindest einem Teil des ersten rohrförmigen Elements in Kontakt mit der Innenseite der äußeren Verschalung,

Positionieren eines zweiten rohrförmigen Elements in der äußeren Verschalung und dem ersten rohrförmigen Element, und

Aufweiten von zumindest einem Teil des zweiten rohrförmigen Elements in Kontakt mit einem inneren Abschnitt der äußeren Verschalung.

13. Vorrichtung, aufweisend:

Ein äußeres rohrförmiges Element, und mehrere im wesentlichen konzentrische und überlappende innere rohrförmige Elemente, die mit dem äußeren rohrförmigen Element verbunden sind, wobei jedes der inneren rohrförmigen Elemente durch Kontaktdruck zwischen der Außenseite der inneren Verschalung und einer Innenseite des äußeren inneren rohrförmigen Elements abgestützt ist.

14. Vorrichtung, aufweisend:

Ein äußeres rohrförmiges Element, und mehrere im wesentlichen konzentrische innere rohrförmige Elemente, die mit der Innenseite des äußeren rohrförmigen Elements durch den Prozeß verbunden sind, eines oder mehrere der inneren rohrförmigen Elemente in Kontakt mit zumindest einem Teil der Innenseite des äußeren rohrförmigen Elements aufzuweiten.

15. Schachtbohrungs-Verschalung, aufweisend:

Ein erstes rohrförmiges Element, und ein zweites rohrförmiges Element, das mit dem ersten rohrförmigen Element in überlappender Beziehung verbunden ist,

wobei der Innendurchmesser des ersten rohrförmigen Elements im wesentlichen gleich dem Innendurchmesser des zweiten rohrförmigen Elements ist.

16. Schachtbohrungs-Verschalung, aufweisend:

Ein rohrförmiges Element mit zumindest einem dünnwandigen Abschnitt und einem dickwandigen Abschnitt, und

ein zusammendrückbares ringförmiges Element, das mit jedem dünnwandigen Abschnitt verbunden ist.

17. Verfahren zum Erzeugen einer Verschalung in einem Bohrloch, das in einer unterirdischen Formation angeordnet ist, aufweisend die Schritte:

Abstützen einer rohrförmigen Auskleidung und eines Dorns in dem Bohrloch unter Verwendung eines Tragelements,

Einspritzen von Fluidmaterial in das Bohrloch,

Unterdrucksetzen eines inneren Bereichs des Dorns,

Verschieben eines Teils des Dorns relativ zu dem Tragelement, und

radiales Aufweiten der rohrförmigen Auskleidung.

18. Schachtbohrungs-Verschalung, aufweisend:

Ein erstes rohrförmiges Element mit einem ersten Innendurchmesser, und

ein zweites rohrförmiges Element mit einem zweiten Innendurchmesser, der im wesentlichen gleich dem ersten Innendurchmesser und mit dem ersten rohrförmigen Element in überlappender Beziehung verbunden ist,

wobei die ersten und zweiten rohrförmigen Elemente durch den Prozeß verbunden sind, einen Teil des zwei-

ten rohrförmigen Elements in Kontakt mit einem Teil des ersten rohrförmigen Elements zu verformen.

19. Vorrichtung zum Aufweiten eines rohrförmigen Elements, aufweisend:

Ein Tragelement mit einem Fluiddurchlaß, einen Dorn, der mit dem Tragelement beweglich verbunden ist und einen Aufweitungskonus aufweist, zumindest eine Druckkammer, die durch das Tragelement und den Dorn festgelegt und zwischen diesen positioniert und mit dem ersten Fluiddurchlaß fluidmäßig verbunden ist, und

einen oder mehrere lösbare Träger, die mit dem Tragelement verbunden und dazu ausgelegt sind, das rohrförmige Element zu tragen.

20. Vorrichtung, aufweisend:

Ein oder mehrere massive rohrförmige Elemente, wobei jedes massive rohrförmige Element eine oder mehrere äußere Dichtungen aufweist, ein oder mehrere geschlitzte Elemente, die mit den massiven rohrförmigen Elementen verbunden sind, und

einen Schuh, der mit einem der geschlitzten rohrförmigen Elemente verbunden ist.

21. Verfahren zum Verbinden eines zweiten rohrförmigen Elements mit einem ersten rohrförmigen Element, wobei das erste rohrförmige Element einen Innendurchmesser aufweist, der größer ist als der Außendurchmesser des zweiten rohrförmigen Elements, aufweisend die Schritte:

Positionieren eines Dorns im inneren Bereich des zweiten rohrförmigen Elements,

Unterdrucksetzen eines Teils des inneren Bereichs des Dorns,

Verschieben des Dorns relativ zu dem zweiten rohrförmigen Element, und

Pressen von zumindest einem Teil des zweiten rohrförmigen Elements weg von dem Dorn in Eingriff mit dem ersten rohrförmigen Element.

22. Vorrichtung, aufweisend:

Ein oder mehrere primäre massive Rohre, wobei jedes primäre massive Rohr eine oder mehrere äußere ringförmige Dichtungen aufweist,

n geschlitzte Rohre, die mit den primären massiven Rohren verbunden sind,

n – 1 massive Zwischenrohre, die mit den geschlitzten Rohren verbunden und zwischen diesen angeordnet bzw. verschachtelt sind, wobei jedes massive Zwischenrohr eine oder mehrere äußere Dichtungen aufweist, und

einen Schuh, der mit einem der geschlitzten Rohre verbunden ist.

23. Verfahren zum Isolieren einer ersten unterirdischen Zone von einer zweiten unterirdischen Zone in einer Schachtbohrung, aufweisend:

Positionieren von einem oder mehreren primären massiven Rohren in der Schachtbohrung, wobei die primären massiven Rohre die erste unterirdische Zone queren,

Positionieren von einem oder mehreren geschlitzten Rohren in der Schachtbohrung, wobei die geschlitzten Rohre die zweite unterirdische Zone queren,

fluidmäßiges Verbinden der geschlitzten Rohre mit den massiven Rohren, und

Verhindern des Durchlasses von Fluiden von der ersten unterirdischen Zone in die zweite unterirdische Zone in der Schachtbohrung außerhalb von den massiven und geschlitzten Rohren.

24. Verfahren zum Extrahieren von Materialien aus ei-

ner unterirdischen Produktionszone in einer Schachtbohrung, wobei zumindest ein Teil der Schachtbohrung eine Verschalung aufweist, aufweisend die Schritte:
Positionieren von einem oder mehreren primären massiven Rohren in der Schachtbohrung, 5
fluidmäßiges Verbinden der primären massiven Rohre mit der Verschalung,
Positionieren von einem oder mehreren geschlitzten Rohren in der Schachtbohrung, wobei die geschlitzten Rohre die unterirdische Produktionszone queren, 10
fluidmäßiges Verbinden der geschlitzten Rohre mit den massiven Rohren,
fluidmäßiges Isolieren der unterirdischen Produktionszone von zumindest einer weiteren unterirdischen Zone in der Schachtbohrung, und 15
fluidmäßiges Verbinden von zumindest einem der geschlitzten Rohre aus der unterirdischen Produktionszone.

25. Verfahren zum Erzeugen einer Verschalung in einem Bohrloch, während außerdem das Bohrloch gebohrt wird, aufweisend die Schritte:
Installieren einer ersten rohrförmigen Auskleidung eines Dorns und einer Bohranordnung in dem Bohrloch, Einspritzen von Fluidmaterial in die rohrförmige Auskleidung, den Dorn und den Bohraufbau, 25
radiales Aufweiten von zumindest einem Teil der rohrförmigen Auskleidung, und
Bohren des Bohrlochs unter Verwendung der Bohranordnung.

26. Vorrichtung, aufweisend: 30
Ein Tragelement mit einem ersten Fluiddurchlaß, einen Dorn, der mit dem Tragelement verbunden ist und einen zweiten Fluiddurchlaß aufweist, ein rohrförmiges Element, das mit dem Dorn verbunden ist, und 35
einen Schuh, der mit der rohrförmigen Auskleidung verbunden ist und einen dritten Fluiddurchlaß aufweist, und
eine mit dem Schuh verbundene Bohranordnung, wobei die ersten, zweiten und dritten Fluiddurchlässe und die Bohranordnung betriebsmäßig verbunden sind. 40

27. Verfahren zum Bilden einer unterirdischen Rohrleitung in einem unterirdischen Tunnel, aufweisend zumindest ein erstes rohrförmiges Element und ein zweites rohrförmiges Element, wobei das erste rohrförmige Element einen Innendurchmesser größer als ein Außendurchmesser des zweiten rohrförmigen Elements aufweist, umfassend die folgenden Schritte:
Positionieren des ersten rohrförmigen Elements in dem Tunnel, 50
Positionieren des zweiten rohrförmigen Elements in dem Tunnel in überlappender Beziehung mit dem ersten rohrförmigen Element,
Positionieren eines Dorns und einer Bohranordnung in einem inneren Bereich des zweiten rohrförmigen Elements, 55
Einspritzen von Fluidmaterial in den Dorn, die Bohranordnung und das zweite rohrförmige Element,
Pressen von zumindest einem Teil des zweiten rohrförmigen Elements weg von dem Dorn in Eingriff mit dem ersten rohrförmigen Element, und 60
Bohren des Tunnels.

28. Vorrichtung, aufweisend:
Eine Schachtbohrung, die durch den Prozeß gebildet ist, die Schachtbohrung auszubohren, und 65
eine rohrförmige Auskleidung, die in der Schachtbohrung angeordnet und durch den Prozeß gebildet ist, die rohrförmige Auskleidung von einem Dorn weg zu

pressen, während die Schachtbohrung ausgebohrt wird.

29. Verfahren zum Bilden einer Schachtbohrungs-Verschalung in einer Schachtbohrung, aufweisend die Schritte:
Ausbohren der Schachtbohrung, während die Schachtbohrungs-Verschalung gebildet wird.

30. Verfahren zum Aufweiten eines rohrförmigen Elements, aufweisend die Schritte:
Plazieren eines Dorns in dem rohrförmigen Element, Unterdrucksetzen eines ringförmigen Bereichs in dem rohrförmigen Element, und
Verschieben des Dorns relativ zu dem rohrförmigen Element.

31. Verfahren zum Verbinden eines rohrförmigen Elements mit einer bereits existierenden Struktur, aufweisend die Schritte:
Positionieren des rohrförmigen Elements in überlappender Beziehung mit der bereits existierenden Struktur,
Plazieren eines Dorns in dem rohrförmigen Element, Unterdrucksetzen eines ringförmigen Bereichs in dem rohrförmigen Element und Verschieben des Dorns relativ zu dem rohrförmigen Element.

32. Verfahren zum Reparieren eines Defekts in einer bereits existierenden Struktur unter Verwendung eines rohrförmigen Elements, aufweisend die Schritte:
Positionieren des rohrförmigen Elements in überlappender Beziehung mit dem Defekt in der bereits existierenden Struktur,
Plazieren eines Dorns in dem rohrförmigen Element, Unterdrucksetzen eines ringförmigen Bereichs in dem rohrförmigen Element, und
Verschieben des Dorns relativ zu dem rohrförmigen Element.

33. Vorrichtung zum radialen Aufweiten eines rohrförmigen Elements, aufweisend:
Ein erstes rohrförmiges Element,
ein zweites rohrförmiges Element, das in dem ersten rohrförmigen Element angeordnet ist,
ein drittes rohrförmiges Element, das mit dem zweiten rohrförmigen Element beweglich verbunden und in diesem positioniert ist,
ein erstes ringförmiges Dichtungselement zum Abdichten einer Grenzfläche zwischen den ersten und zweiten rohrförmigen Elementen,
ein zweites ringförmiges Dichtungselement zum Abdichten einer Grenzfläche zwischen den zweiten und dritten rohrförmigen Elementen, und
einen Dorn, der in dem ersten rohrförmigen Element angeordnet und mit einem Ende des dritten rohrförmigen Elements verbunden ist.

34. Vorrichtung, aufweisend:
Ein rohrförmiges Element,
einen Kolben, der dazu ausgelegt ist, den Durchmesser des rohrförmigen Elements aufzuweiten, das in dem rohrförmigen Element angeordnet ist, wobei der Kolben einen Durchlaß zum Fördern von Fluiden aus dem rohrförmigen Element heraus aufweist, und
eine ringförmige Kammer, die durch den Kolben und das rohrförmige Element festgelegt ist.

35. Schachtbohrungs-Verschalung, aufweisend:
Ein erstes rohrförmiges Element, und
ein zweites rohrförmiges Element, das mit dem ersten rohrförmigen Element durch den Prozeß verbunden ist:
Positionieren des zweiten rohrförmigen Elements in überlappender Beziehung mit dem ersten rohrförmigen Element,
Plazieren eines Dorns in dem zweiten rohrförmigen

Element,
 Unterdrucksetzen eines ringförmigen Bereichs in dem
 zweiten rohrförmigen Element, und
 Verschieben des Dorns relativ zu dem zweiten rohrförmigen Element. 5
 36. Vorrichtung, aufweisend:
 Eine bereits existierende Struktur, und
 ein rohrförmiges Element, das mit der bereits existierenden Struktur durch den Prozeß verbunden ist:
 Positionieren des rohrförmigen Elements in überlappender Beziehung mit der bereits existierenden Struktur, 10
 Plazieren eines Dorns in dem rohrförmigen Element,
 Unterdrucksetzen eines ringförmigen Bereichs in dem rohrförmigen Element, und
 Verschieben des Dorns relativ zu dem rohrförmigen Element. 15
 37. Vorrichtung, aufweisend:
 Eine bereits existierende Struktur mit einem defekten Abschnitt, und 20
 ein rohrförmiges Element, das mit dem defekten Abschnitt der bereits existierenden Struktur durch den Prozeß verbunden ist:
 Positionieren des rohrförmigen Elements in überlappender Beziehung mit dem Defekt in der bereits existierenden Struktur, 25
 Plazieren eines Dorns in dem rohrförmigen Element,
 Unterdrucksetzen eines ringförmigen Bereichs in dem rohrförmigen Element, und
 Verschieben des Dorns relativ zu dem rohrförmigen Element. 30
 38. Verfahren zum Aufweiten eines rohrförmigen Elements, aufweisend die Schritte:
 Plazieren eines Dorns in dem rohrförmigen Element,
 Unterdrucksetzen eines Bereichs in dem rohrförmigen Element, und 35
 Verschieben des Dorns relativ zu dem rohrförmigen Element.
 39. Verfahren zum Verbinden eines rohrförmigen Elements mit einer bereits existierenden Struktur, aufweisend die Schritte:
 Positionieren des rohrförmigen Elements in überlappender Beziehung mit der bereits existierenden Struktur, 40
 Plazieren eines Dorns in dem rohrförmigen Element,
 Unterdrucksetzen eines inneren Bereichs in dem rohrförmigen Element, und
 Verschieben des Dorns relativ zu dem rohrförmigen Element. 45
 40. Verfahren zum Reparieren eines Defekts in einer bereits existierenden Struktur unter Verwendung eines rohrförmigen Elements, aufweisend die Schritte:
 Positionieren des rohrförmigen Elements in überlappender Beziehung mit dem Defekt in der bereits existierenden Struktur, 50
 Plazieren eines Dorns in dem rohrförmigen Element,
 Unterdrucksetzen eines inneren Bereichs in dem rohrförmigen Element, und
 Verschieben des Dorns relativ zu dem rohrförmigen Element. 55
 41. Vorrichtung zum radialen Aufweiten eines rohrförmigen Elements, aufweisend:
 Ein erstes rohrförmiges Element,
 ein zweites rohrförmiges Element, das mit dem ersten rohrförmigen Element verbunden ist, 60
 ein drittes rohrförmiges Element, das mit dem zweiten rohrförmigen Element verbunden ist, und
 einen Dorn, der in dem zweiten rohrförmigen Element

angeordnet und mit einem Endabschnitt des dritten rohrförmigen Elements verbunden ist.
 42. Vorrichtung, aufweisend:
 Ein rohrförmiges Element,
 einen Kolben, der dazu ausgelegt ist, den Durchmesser des rohrförmigen Elements, das in dem rohrförmigen Element positioniert ist, aufzuweiten, wobei der Kolben einen Durchlaß zum Fördern von Fluiden aus dem rohrförmigen Element heraus aufweist.
 43. Schachtbohrungs-Verschalung, aufweisend:
 Ein erstes rohrförmiges Element, und
 ein zweites rohrförmiges Element, das mit dem ersten rohrförmigen Element durch den Prozeß verbunden ist:
 Positionieren des zweiten rohrförmigen Elements in überlappender Beziehung mit dem ersten rohrförmigen Element,
 Plazieren eines Dorns in dem zweiten rohrförmigen Element,
 Unterdrucksetzen eines inneren Bereichs in dem zweiten rohrförmigen Element, und
 Verschieben des Dorns relativ zu dem zweiten rohrförmigen Element.
 44. Vorrichtung, aufweisend:
 Eine bereits existierende Struktur, und
 ein rohrförmiges Element, das mit der bereits existierenden Struktur durch den Prozeß verbunden ist:
 Positionieren des rohrförmigen Elements in überlappender Beziehung mit der bereits existierenden Struktur,
 Plazieren eines Dorns in dem rohrförmigen Element,
 Unterdrucksetzen eines inneren Bereichs in dem rohrförmigen Element, und
 Verschieben des Dorns relativ zu dem rohrförmigen Element.
 45. Vorrichtung, aufweisend:
 Eine bereits existierende Struktur mit einem defekten Abschnitt, und
 ein rohrförmiges Element, das mit dem defekten Abschnitt der bereits existierenden Struktur durch den Prozeß verbunden ist:
 Positionieren des rohrförmigen Elements in überlappender Beziehung mit dem Defekt in der bereits existierenden Struktur,
 Plazieren eines Dorns in dem rohrförmigen Element,
 Unterdrucksetzen eines inneren Bereichs in dem rohrförmigen Element, und
 Verschieben des Dorns relativ zu dem rohrförmigen Element.
 46. Vorrichtung, aufweisend:
 Ein erstes rohrförmiges Element,
 ein zweites rohrförmiges Element, und
 eine Gewindeverbindung zum Verbinden des ersten rohrförmigen Elements mit dem zweiten rohrförmigen Element, wobei die Gewindeverbindung aufweist:
 Ein oder mehrere Dichtungselemente zum Abdichten der Grenzfläche zwischen den ersten und zweiten rohrförmigen Elementen.
 47. Vorrichtung, aufweisend:
 Eine rohrförmige Anordnung, aufweisend:
 Ein erstes rohrförmiges Element,
 ein zweites rohrförmiges Element, und
 eine Gewindeverbindung zum Verbinden des ersten rohrförmigen Elements mit dem zweiten rohrförmigen Element, wobei die Gewindeverbindung aufweist:
 Ein oder mehrere Dichtungselemente zum Abdichten der Grenzfläche zwischen den ersten und zweiten rohrförmigen Elementen,
 wobei die rohrförmige Anordnung durch den Prozeß

gebildet ist, die rohrförmige Anordnung radial aufzuweiten.

48. Vorrichtung, aufweisend:

Ein rohrförmiges Element, und

einen Dorn, der in dem rohrförmigen Element angeordnet ist und eine konische Oberfläche mit einem Angriffswinkel aufweist, der von etwa 10 bis 30° reicht.

Hierzu 75 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

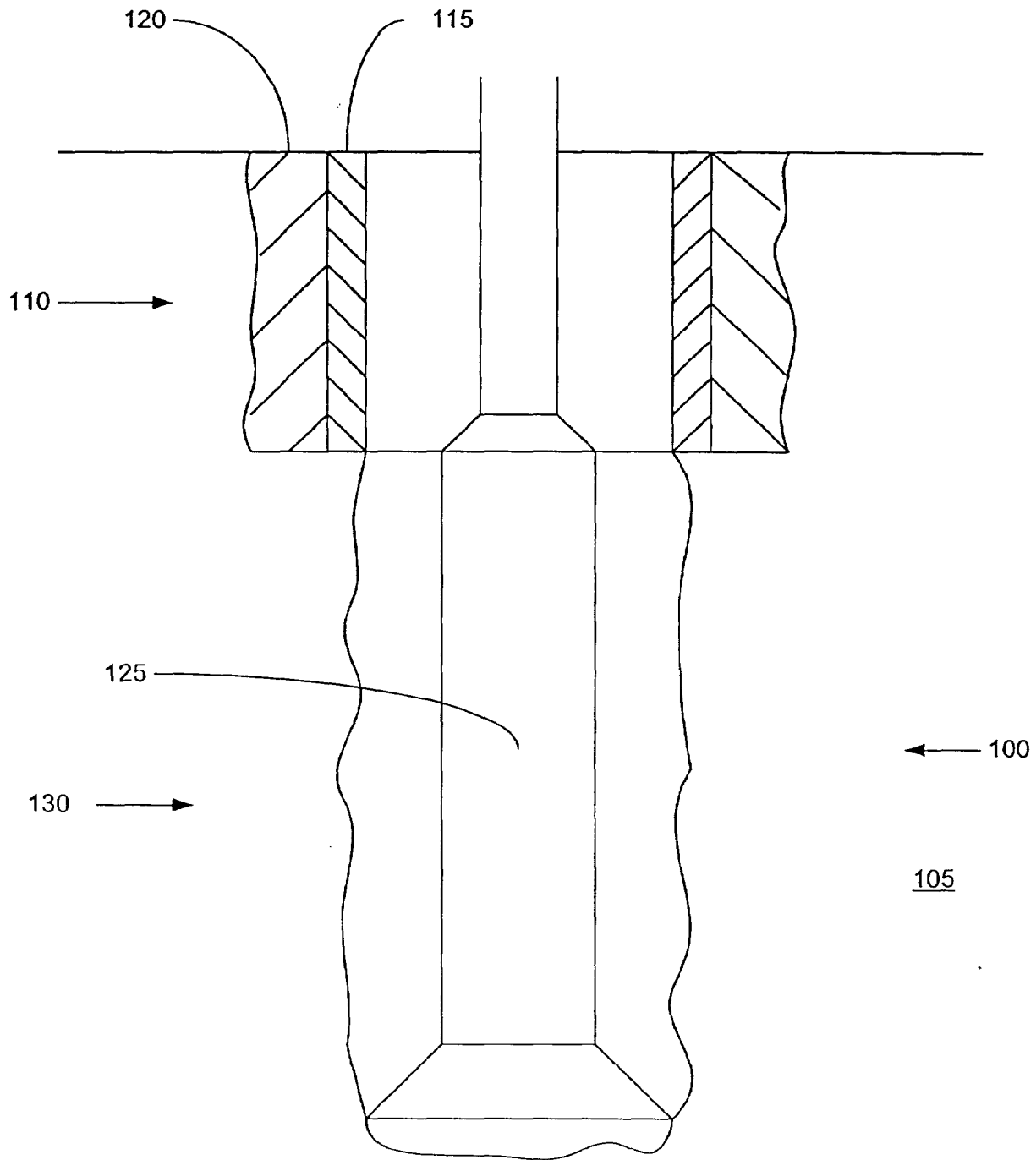
45

50

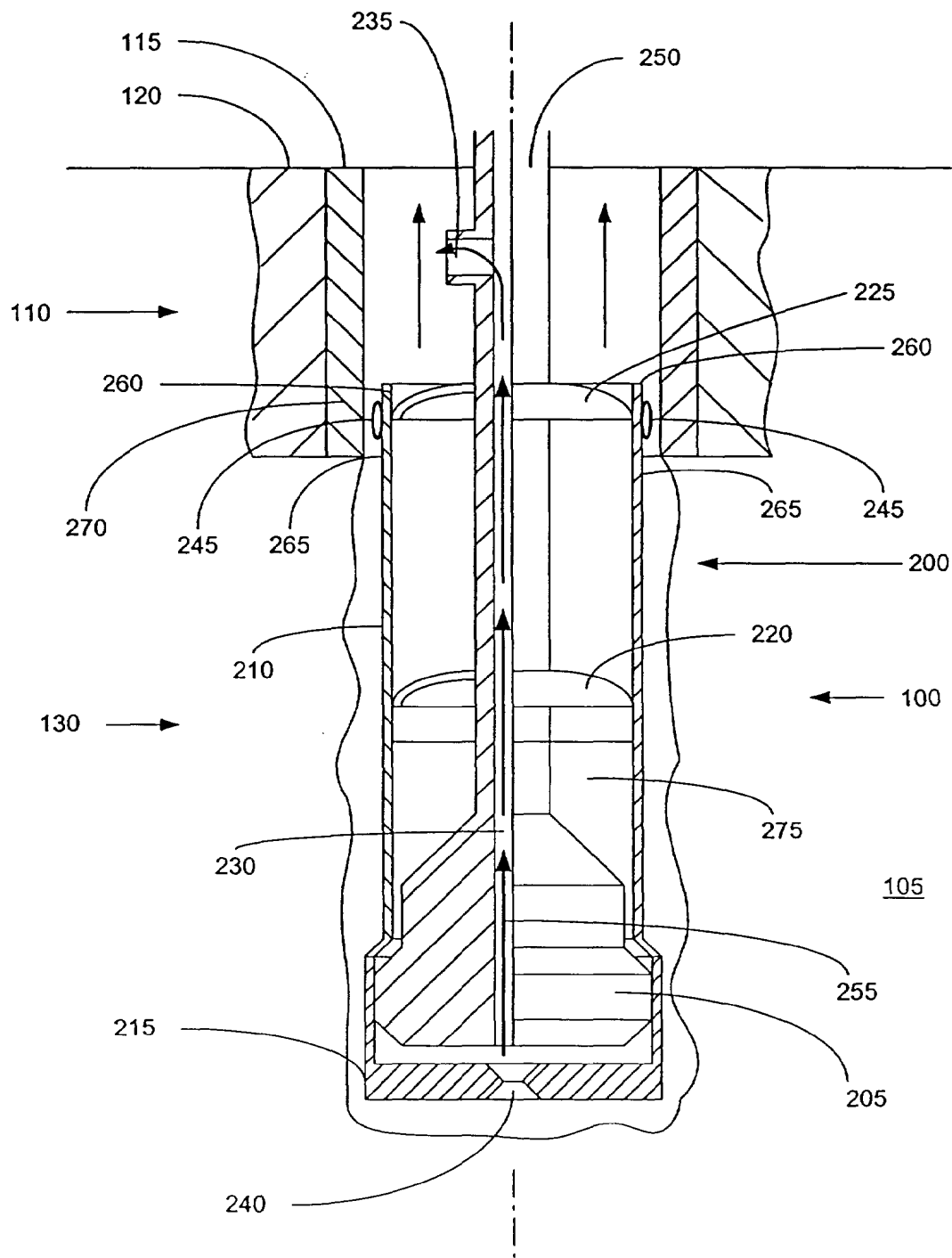
55

60

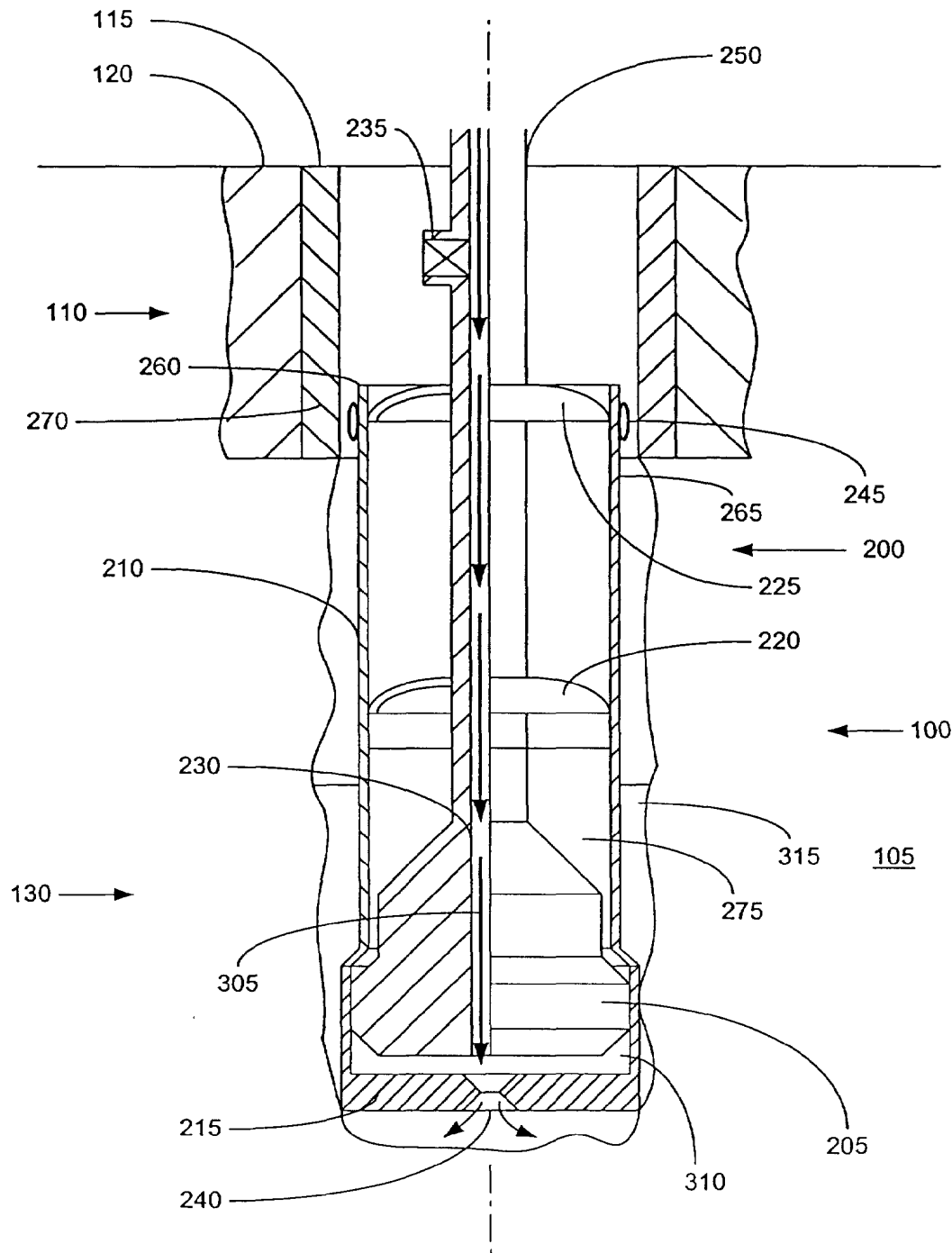
65



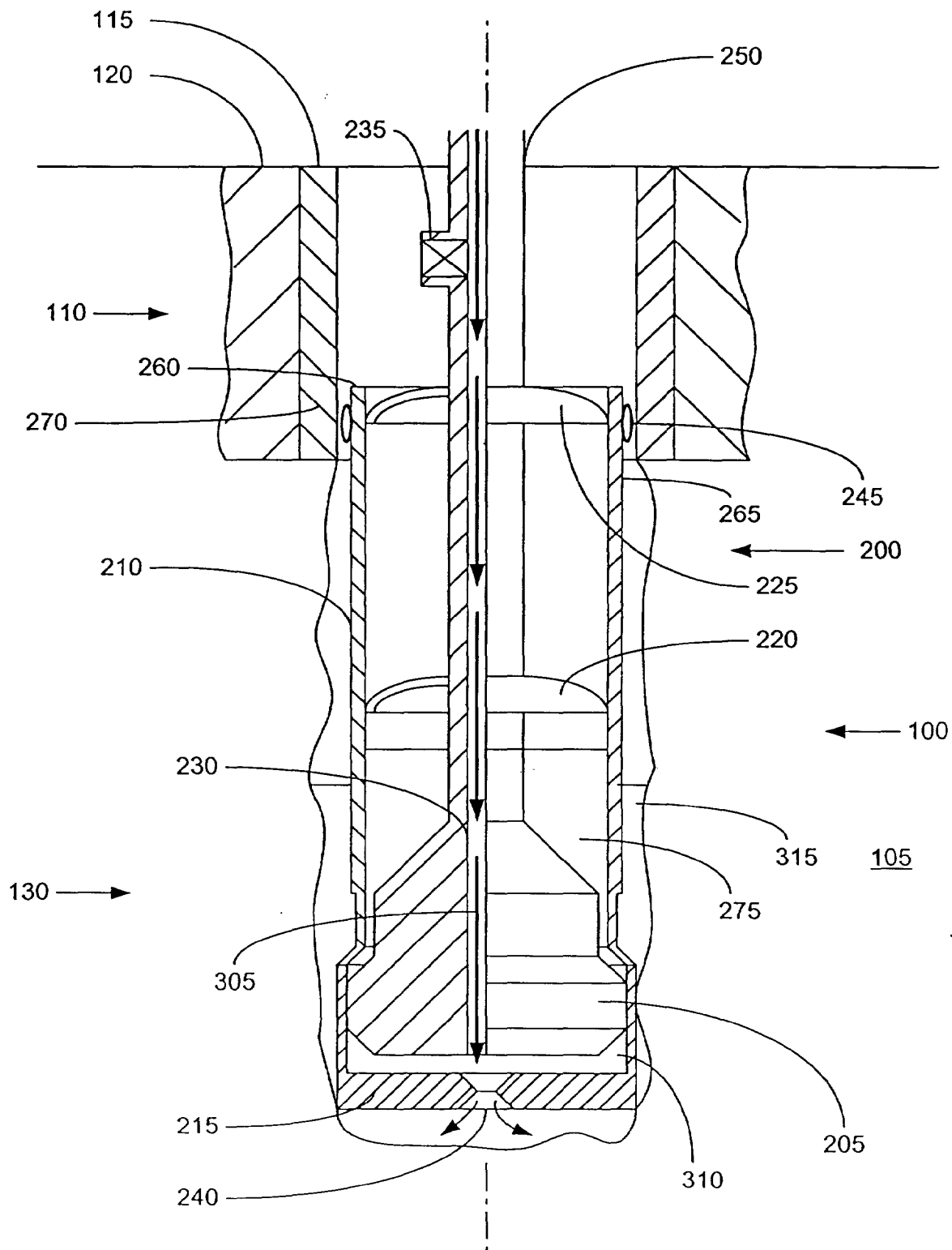
FIGUR 1



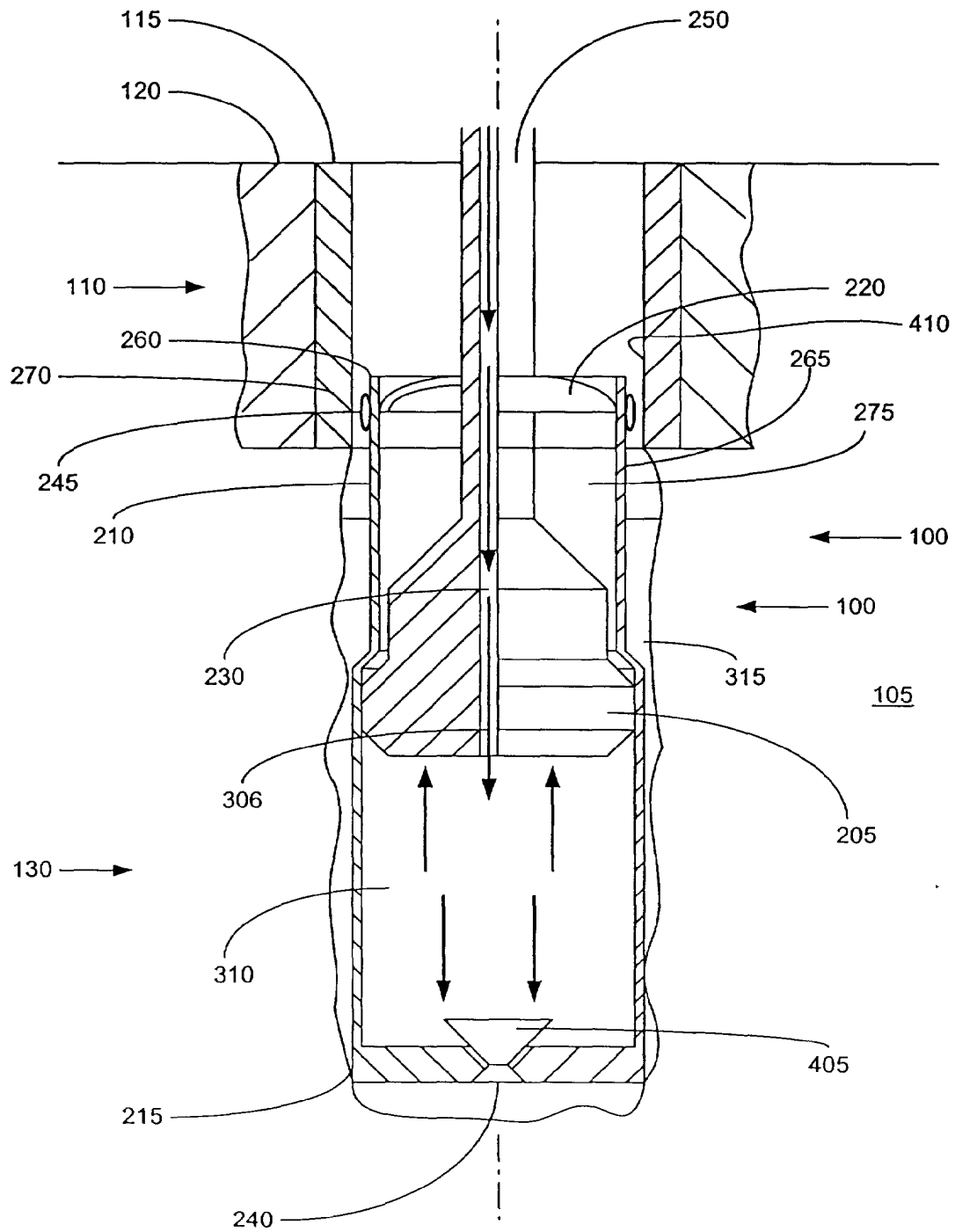
FIGUR 2



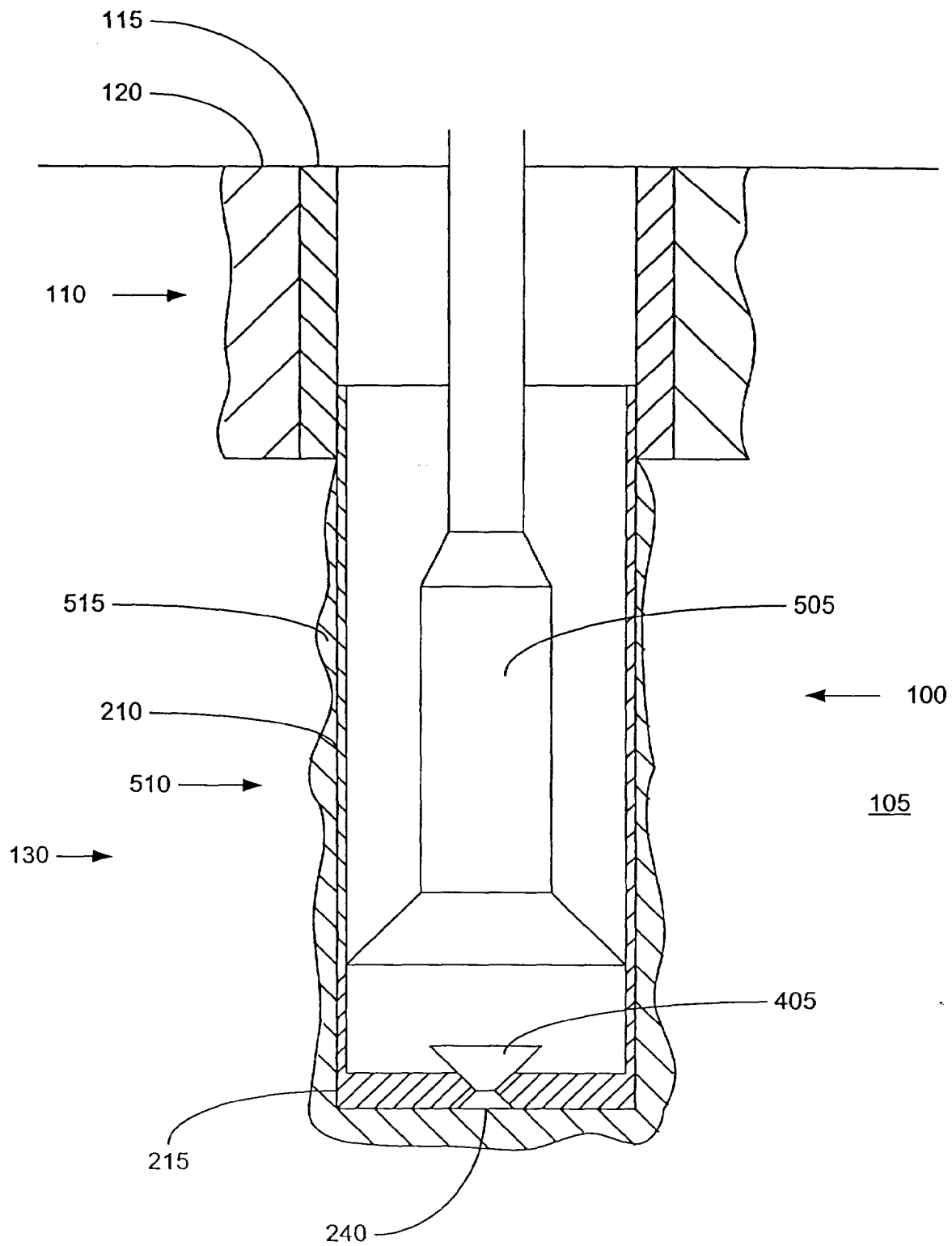
FIGUR 3



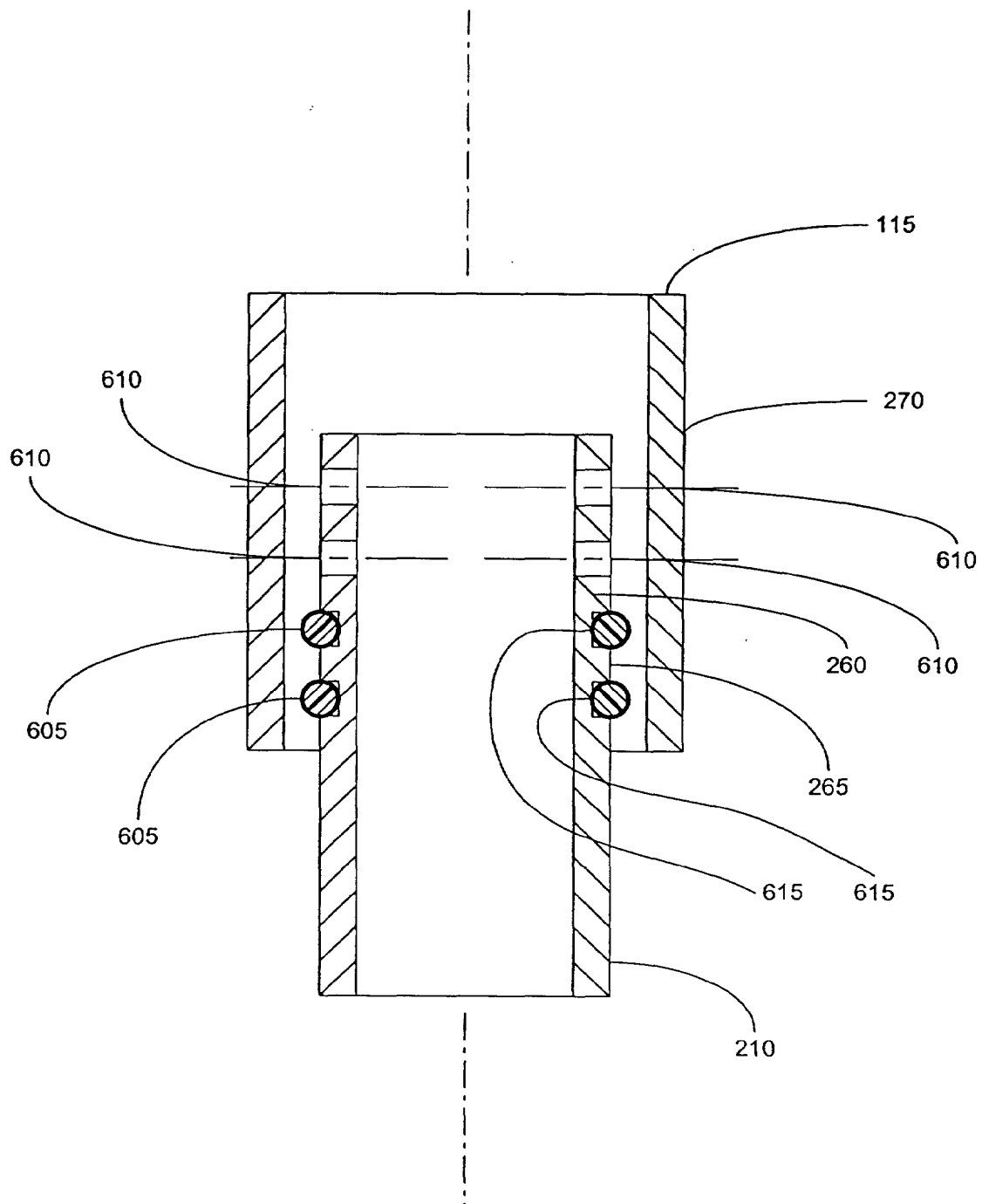
FIGUR 3a



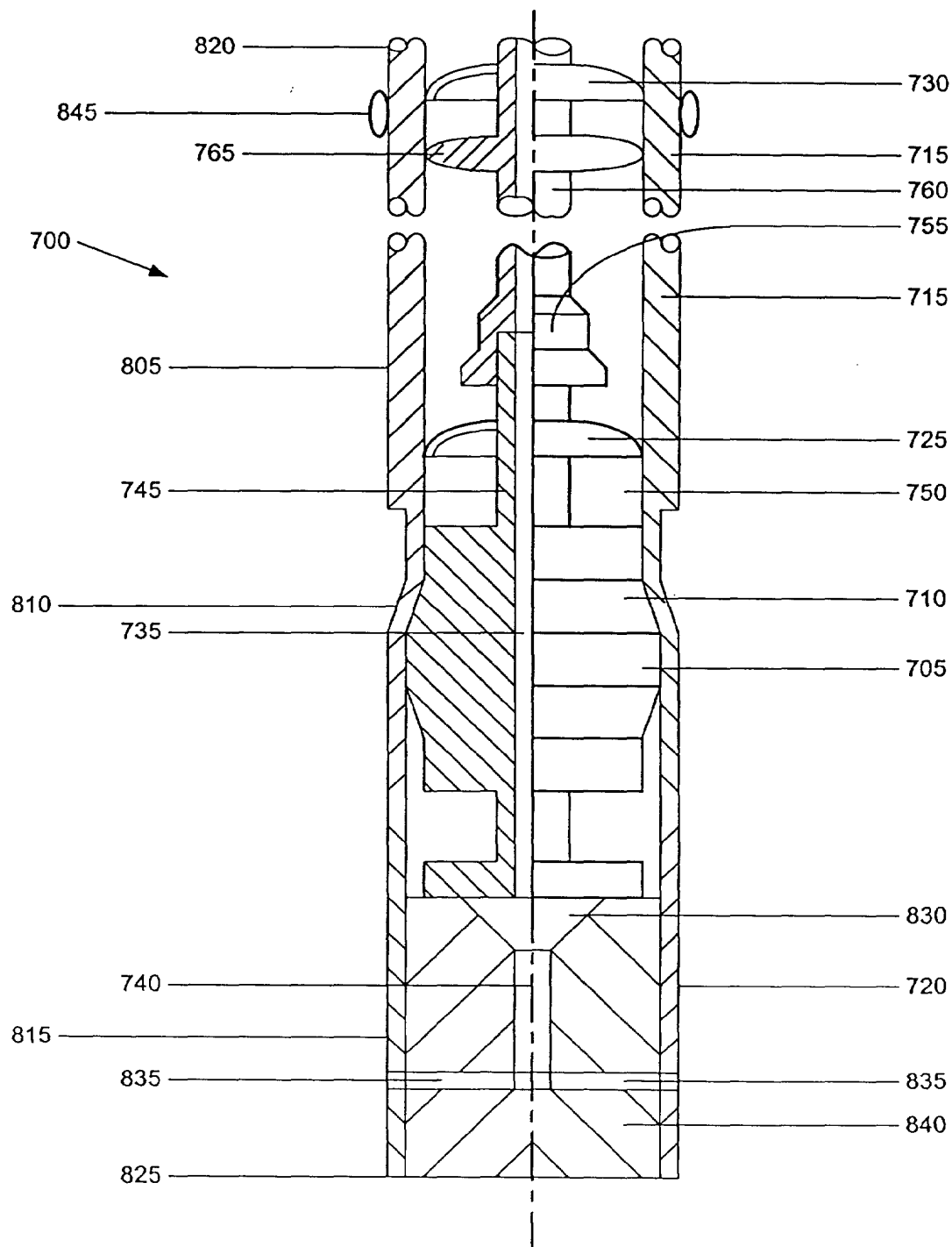
FIGUR 4



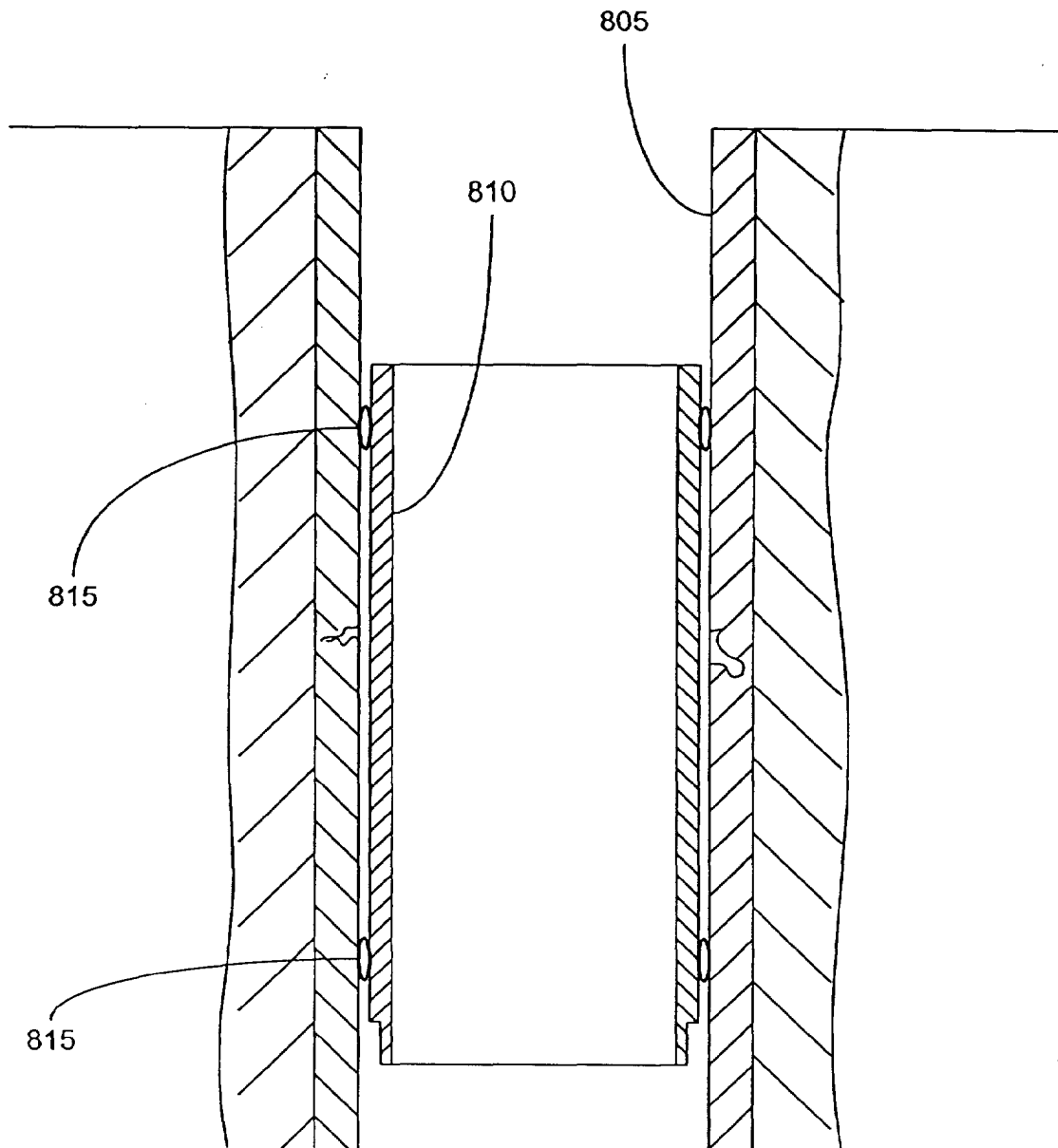
FIGUR 5



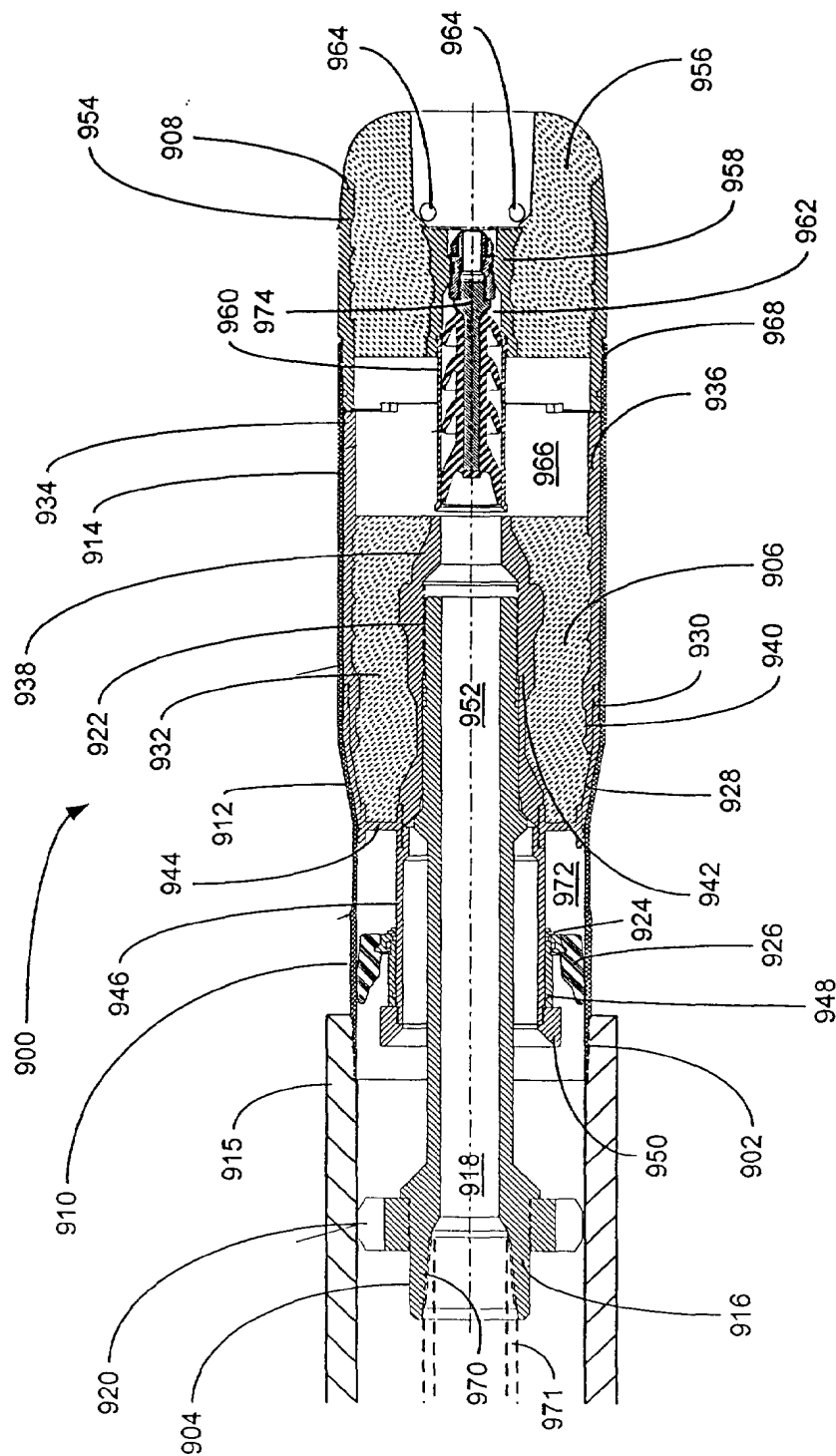
FIGUR 6



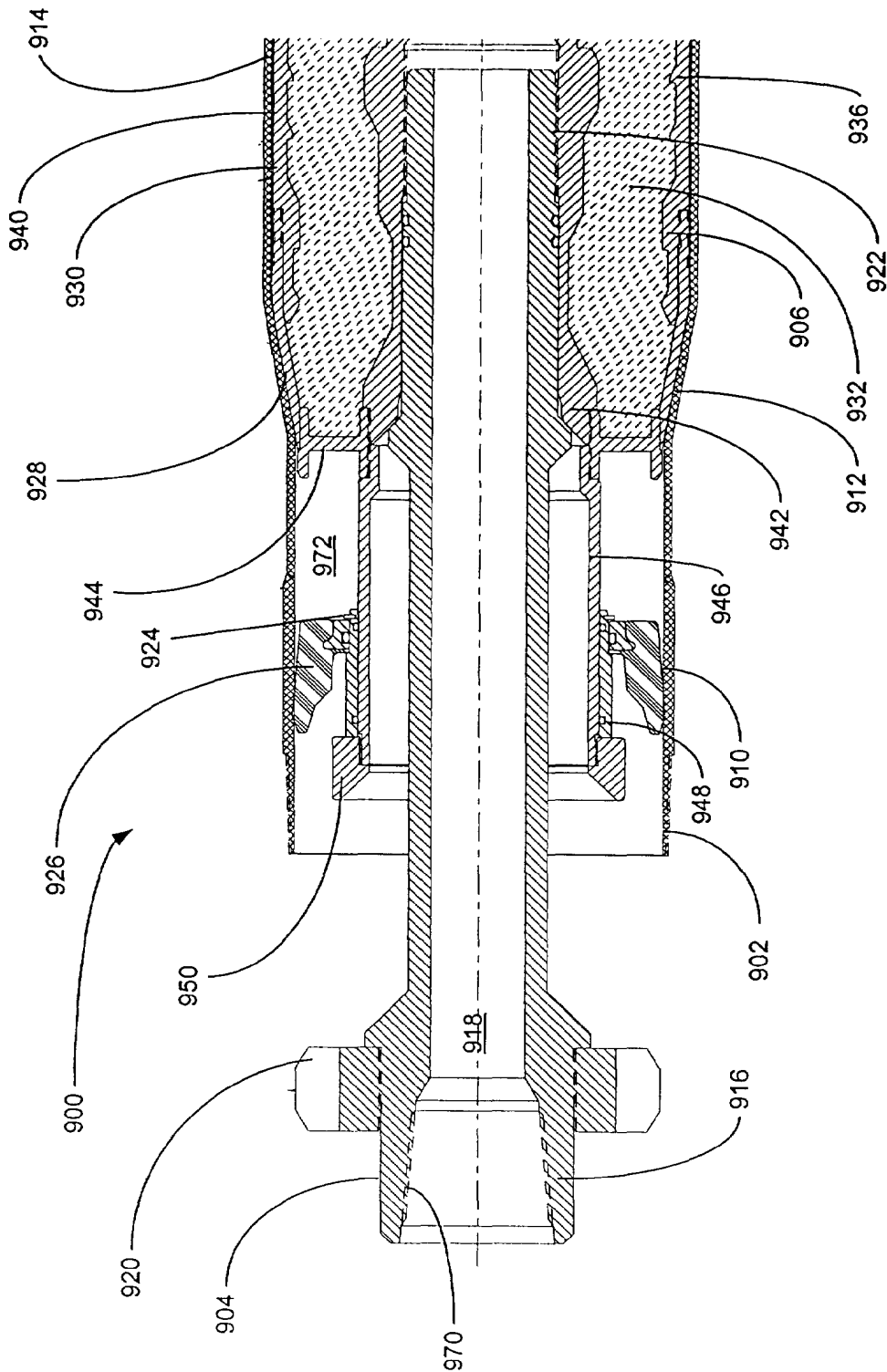
FIGUR 7



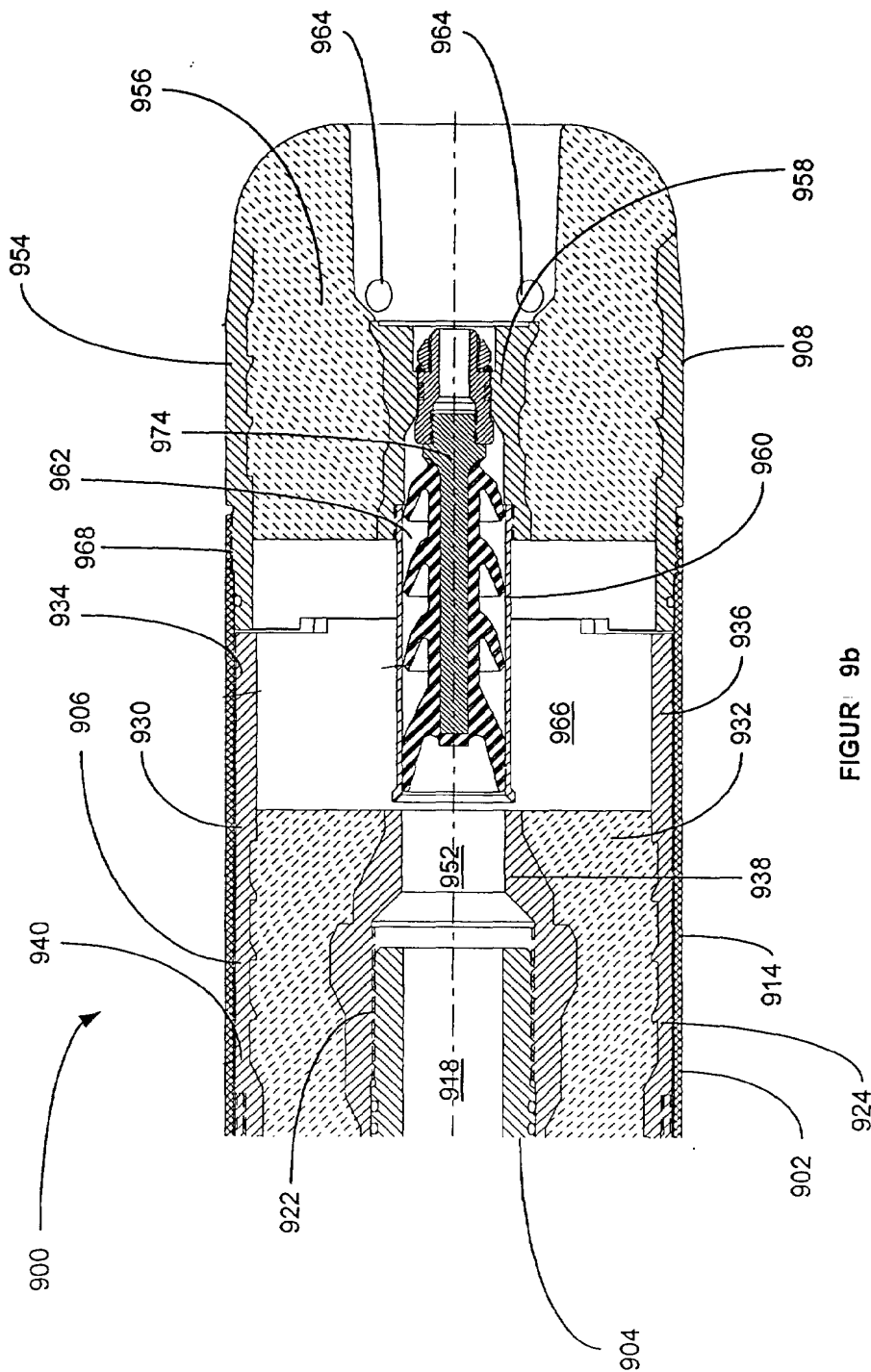
FIGUR 8

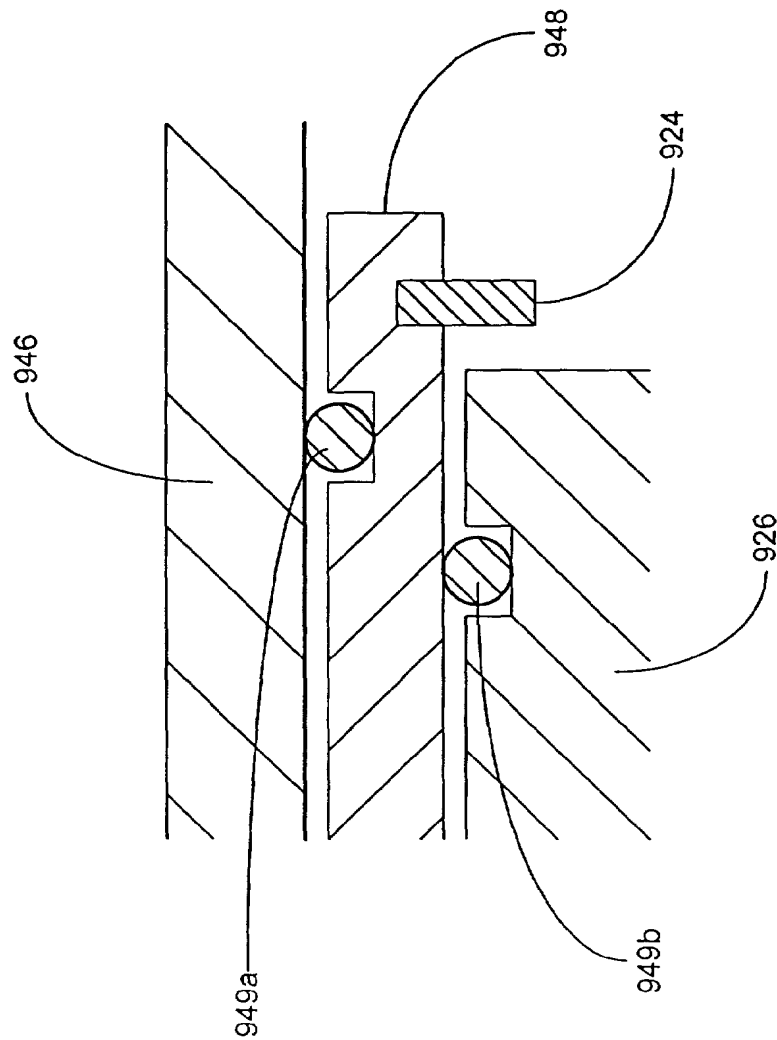


FIGUR 9

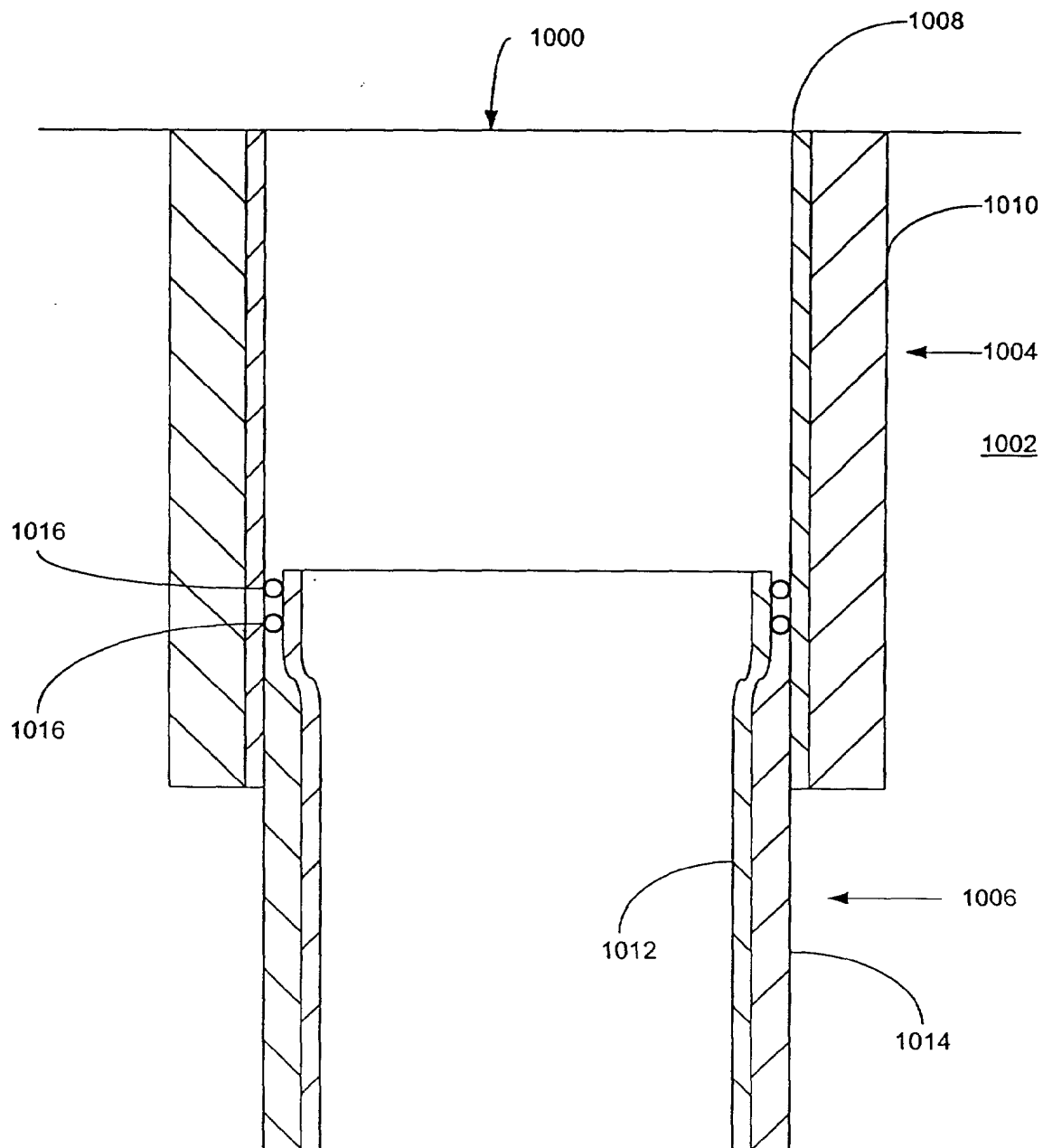


FIGUR 9a

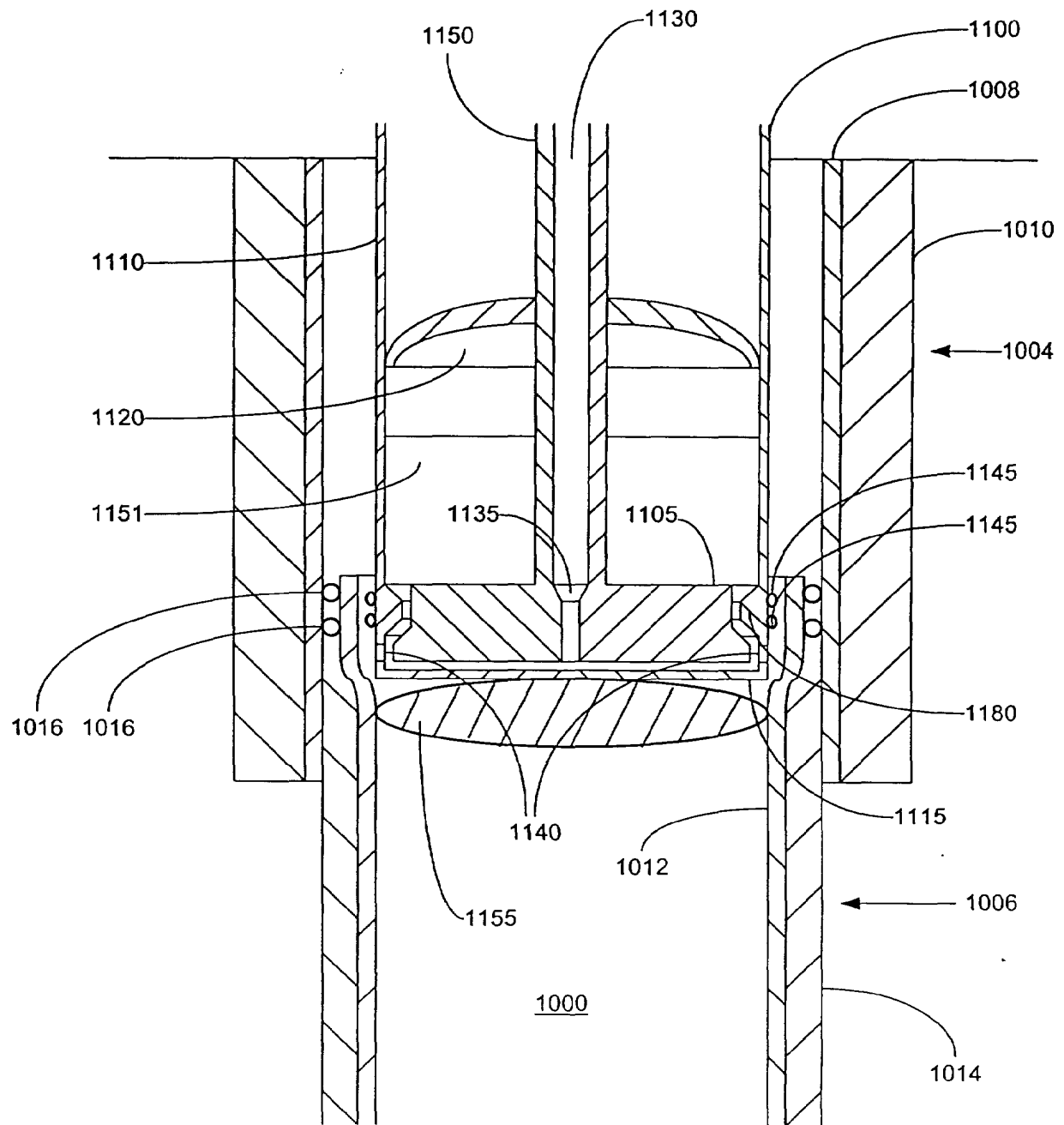




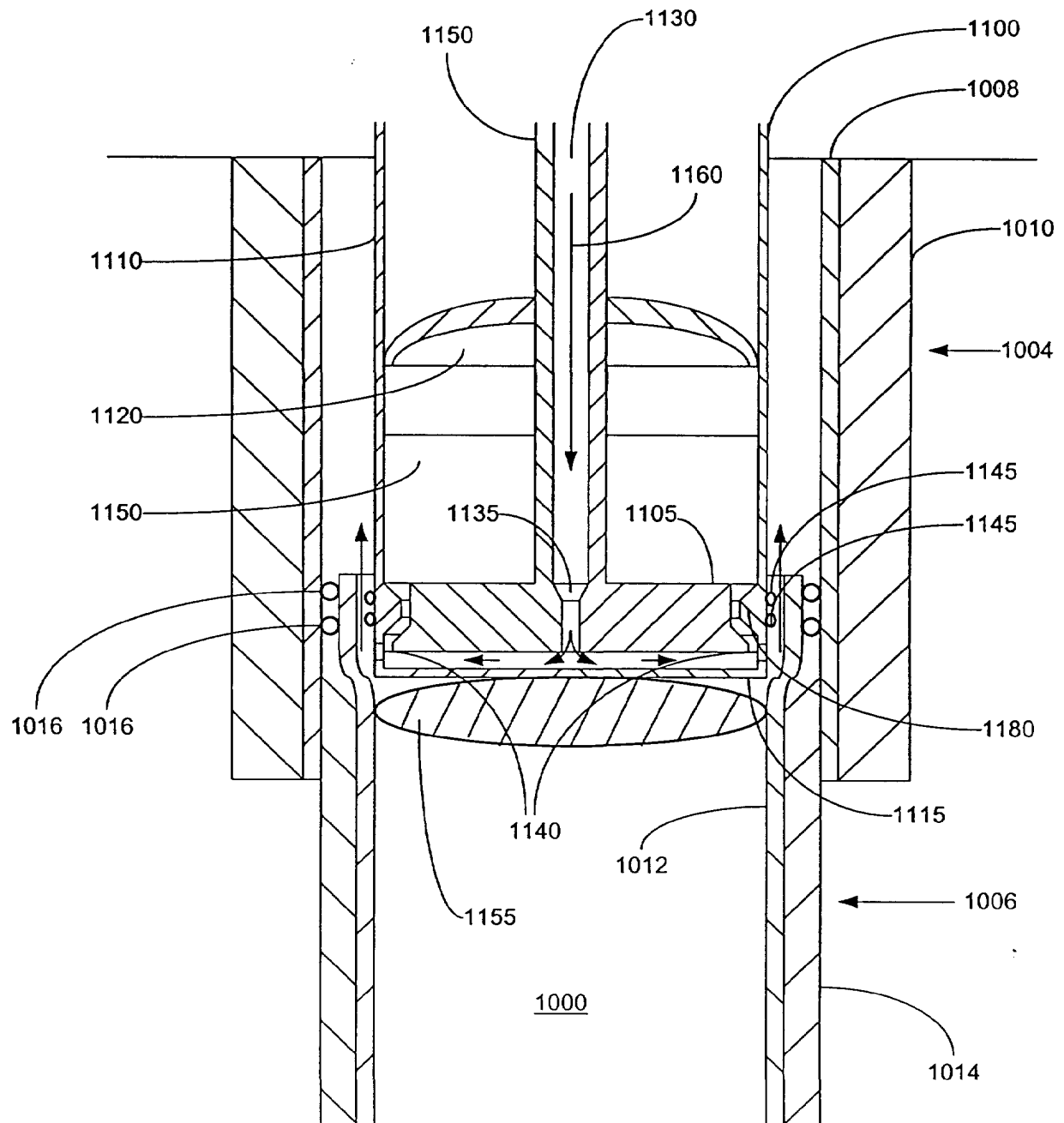
FIGUR 9C



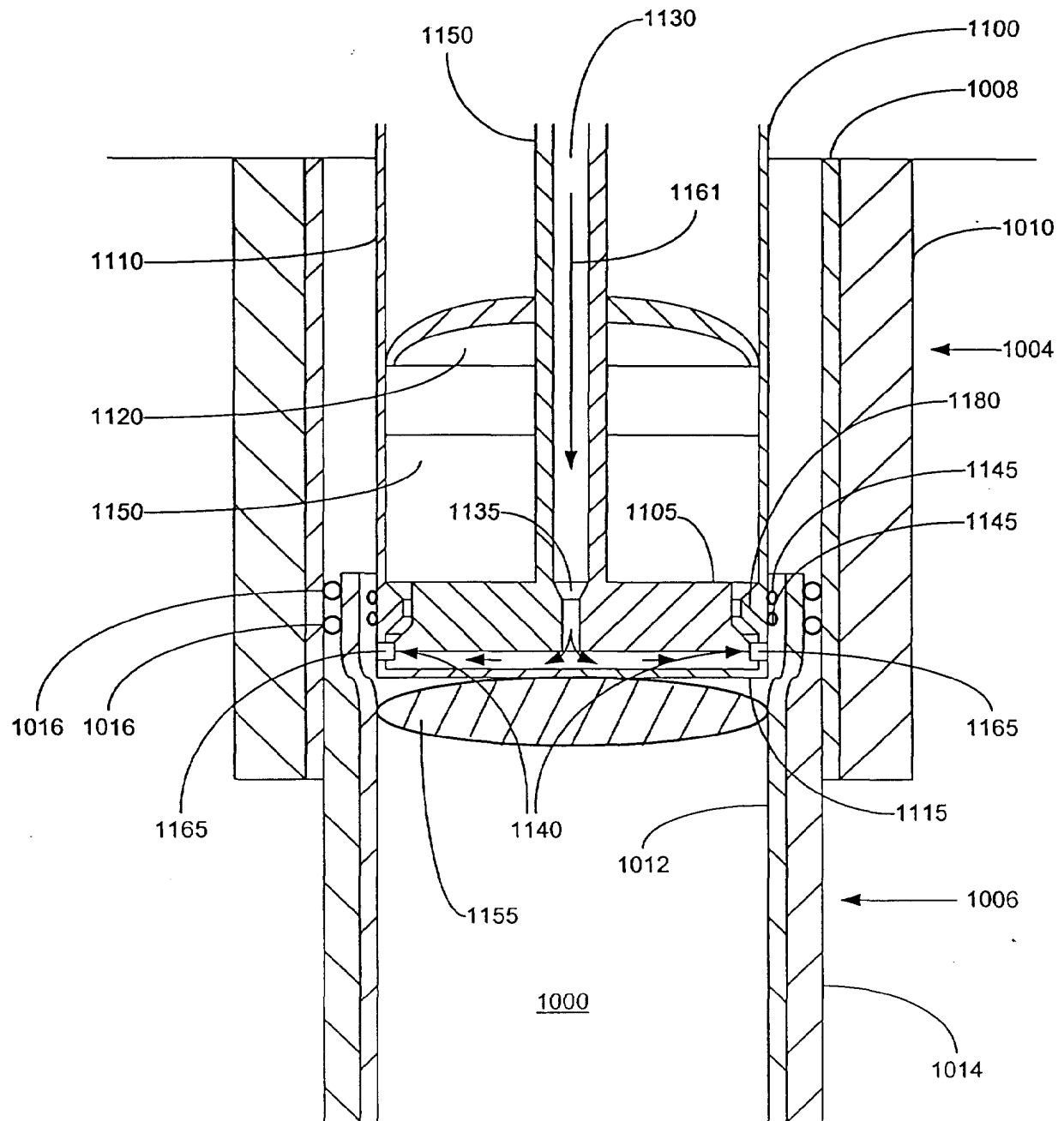
FIGUR 10a



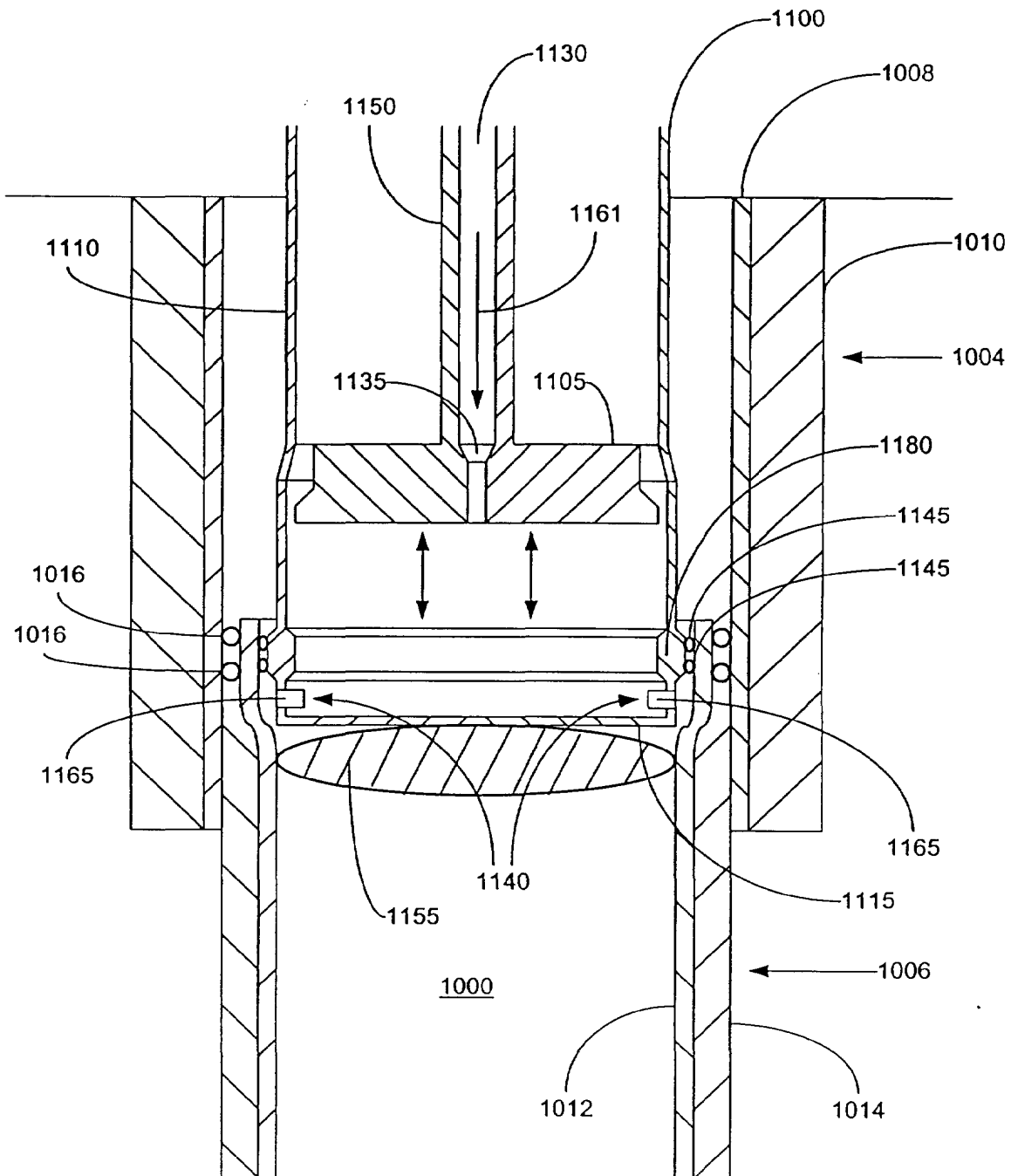
FIGUR 10b



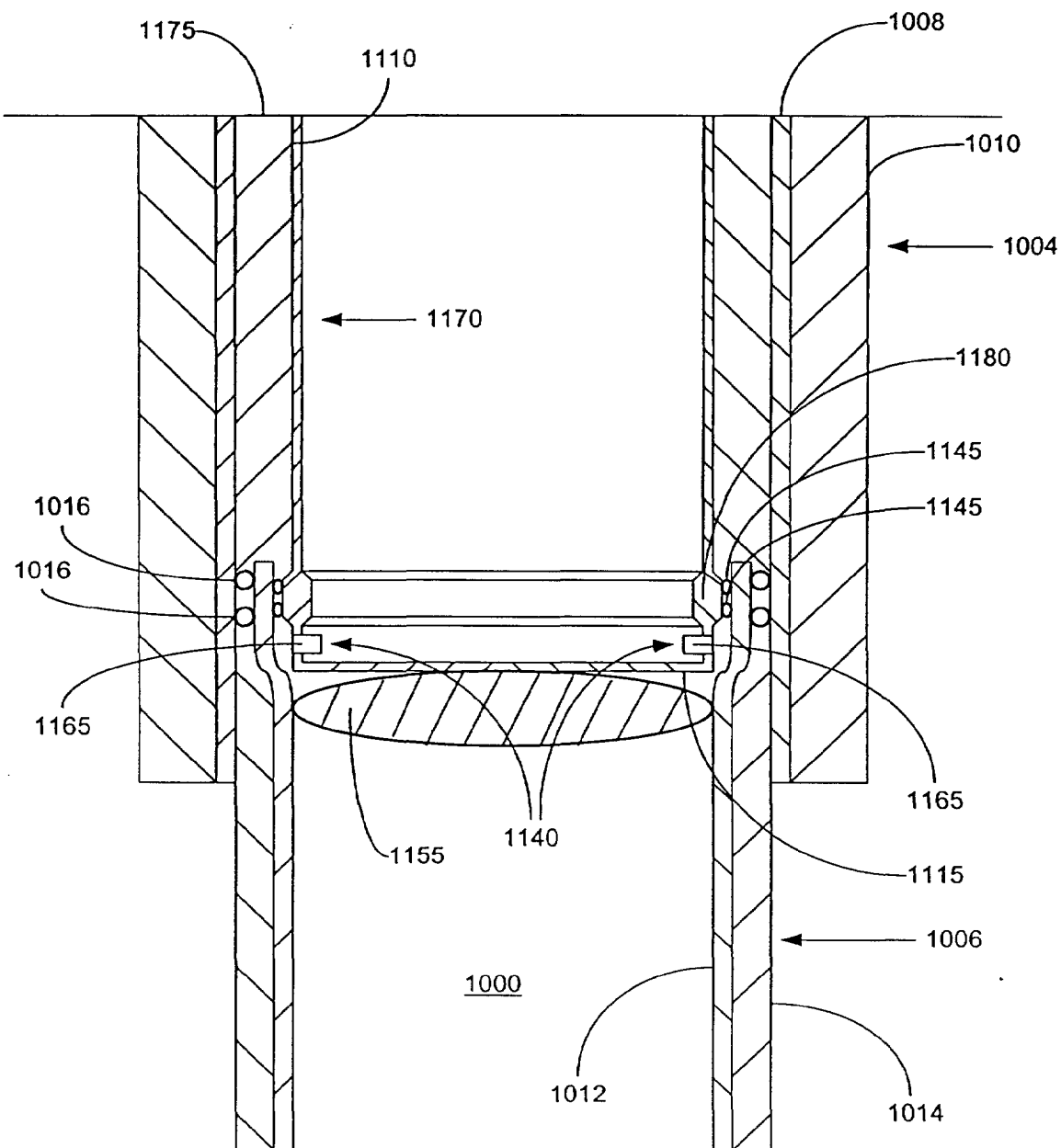
FIGUR 10c



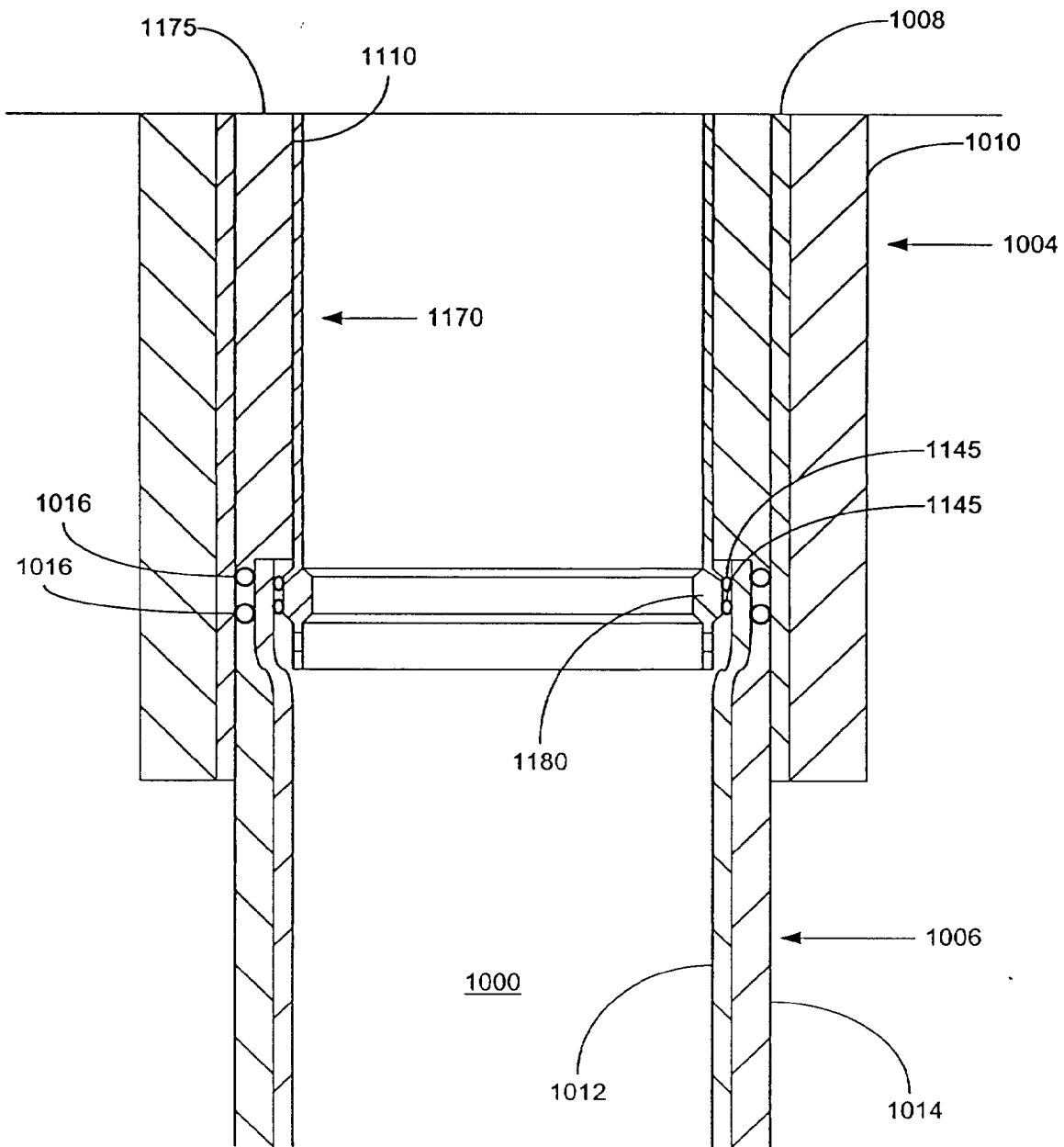
FIGUR 10d



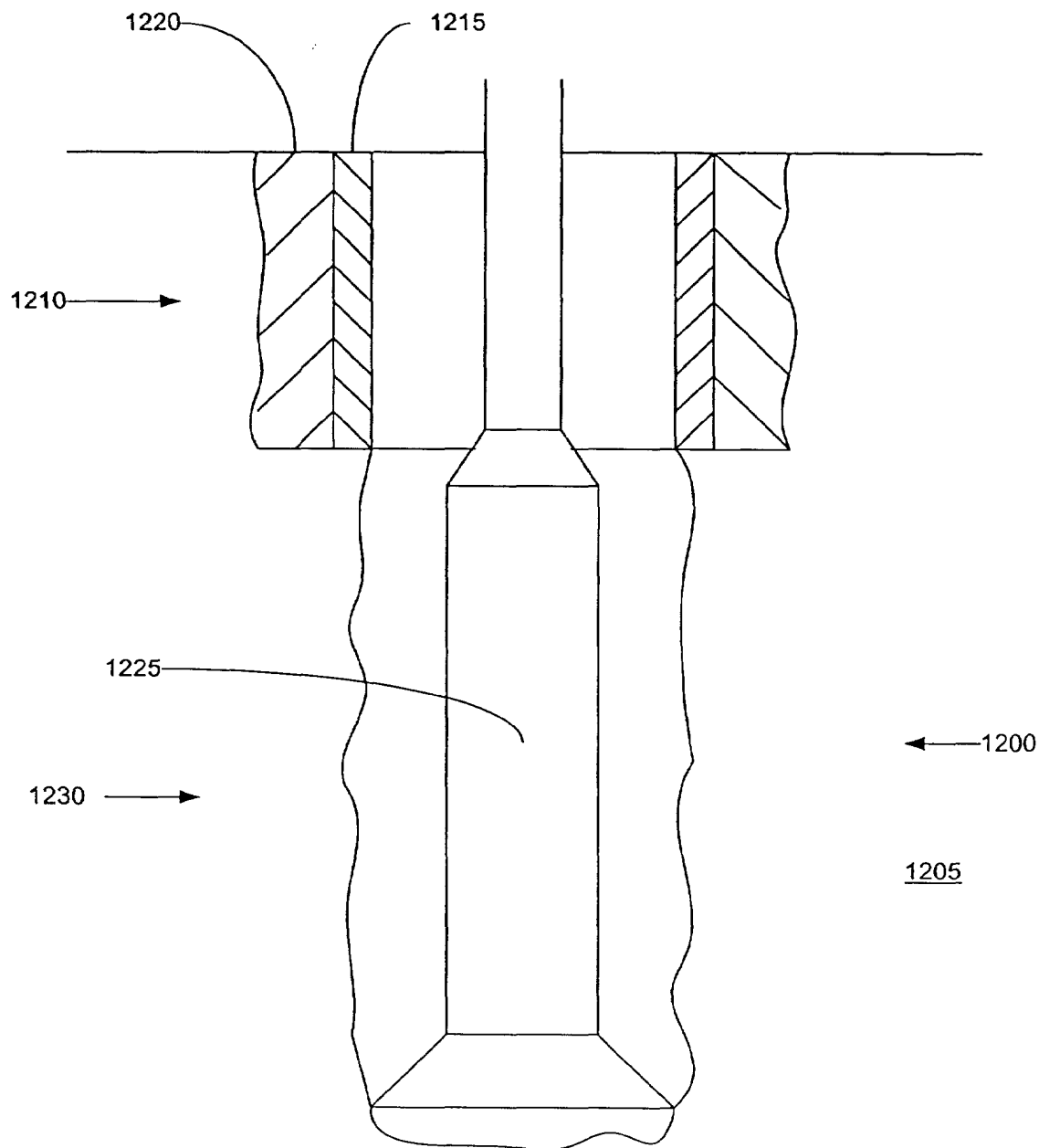
FIGUR 10e



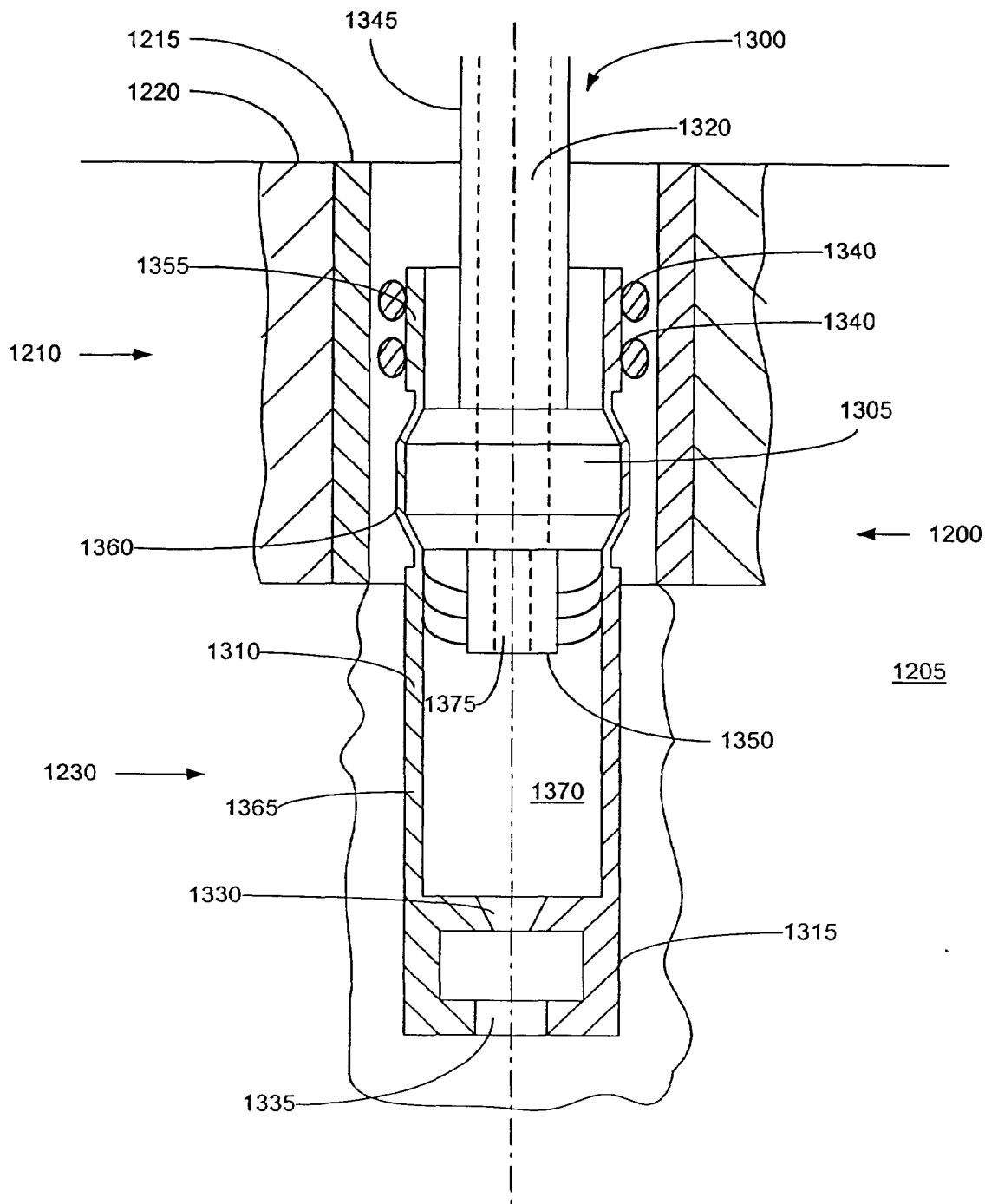
FIGUR 10f



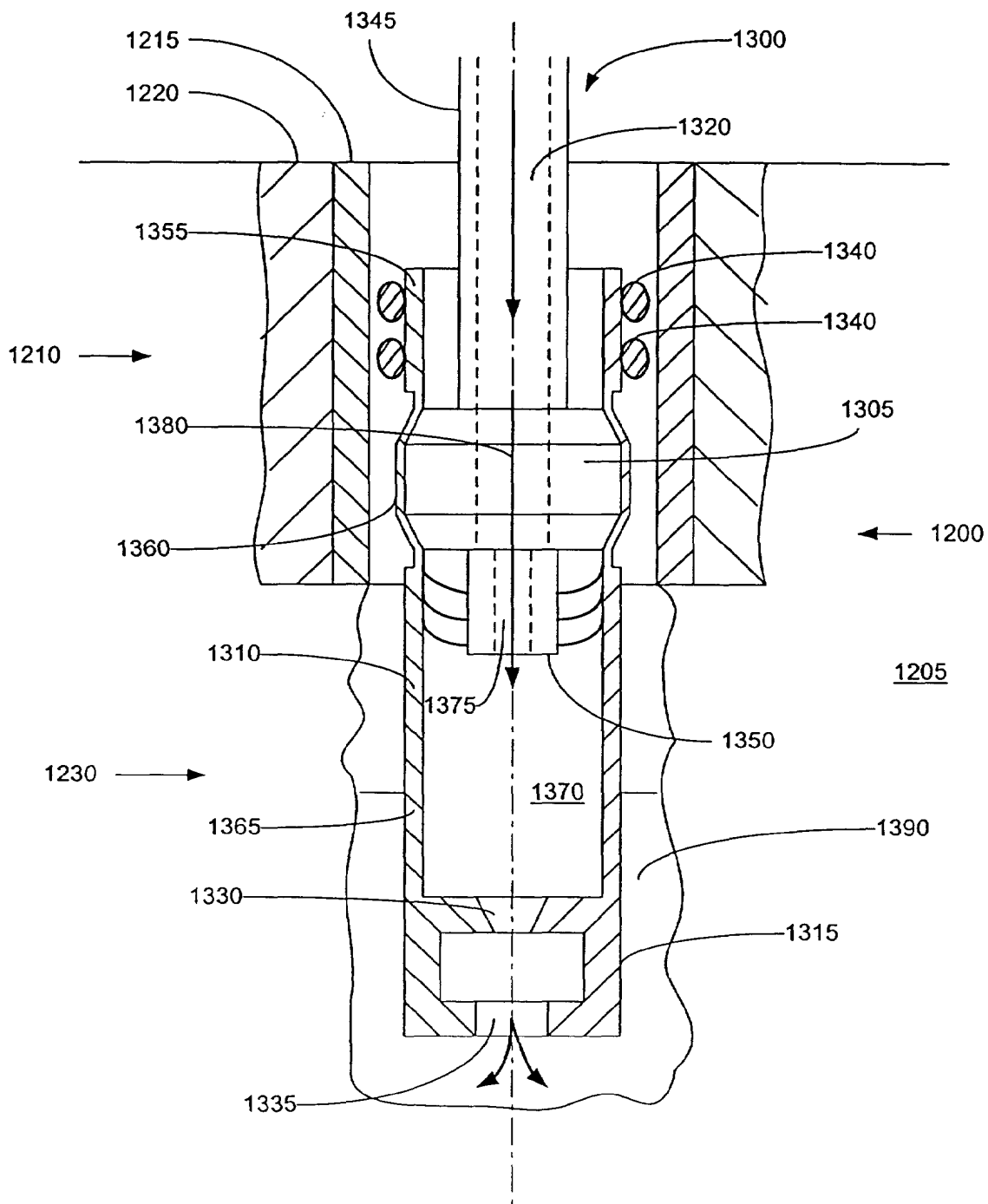
FIGUR 10g



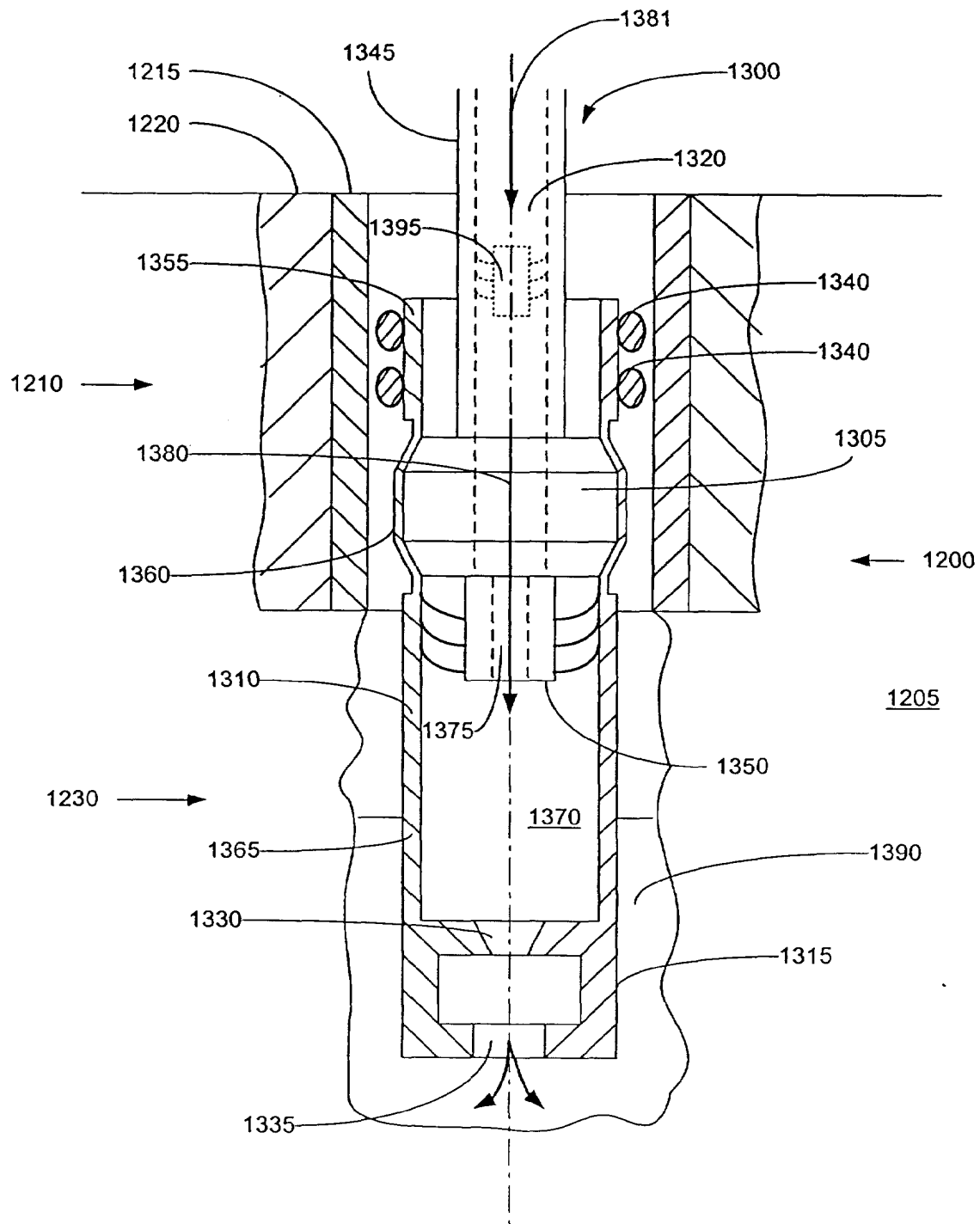
FIGUR 11a



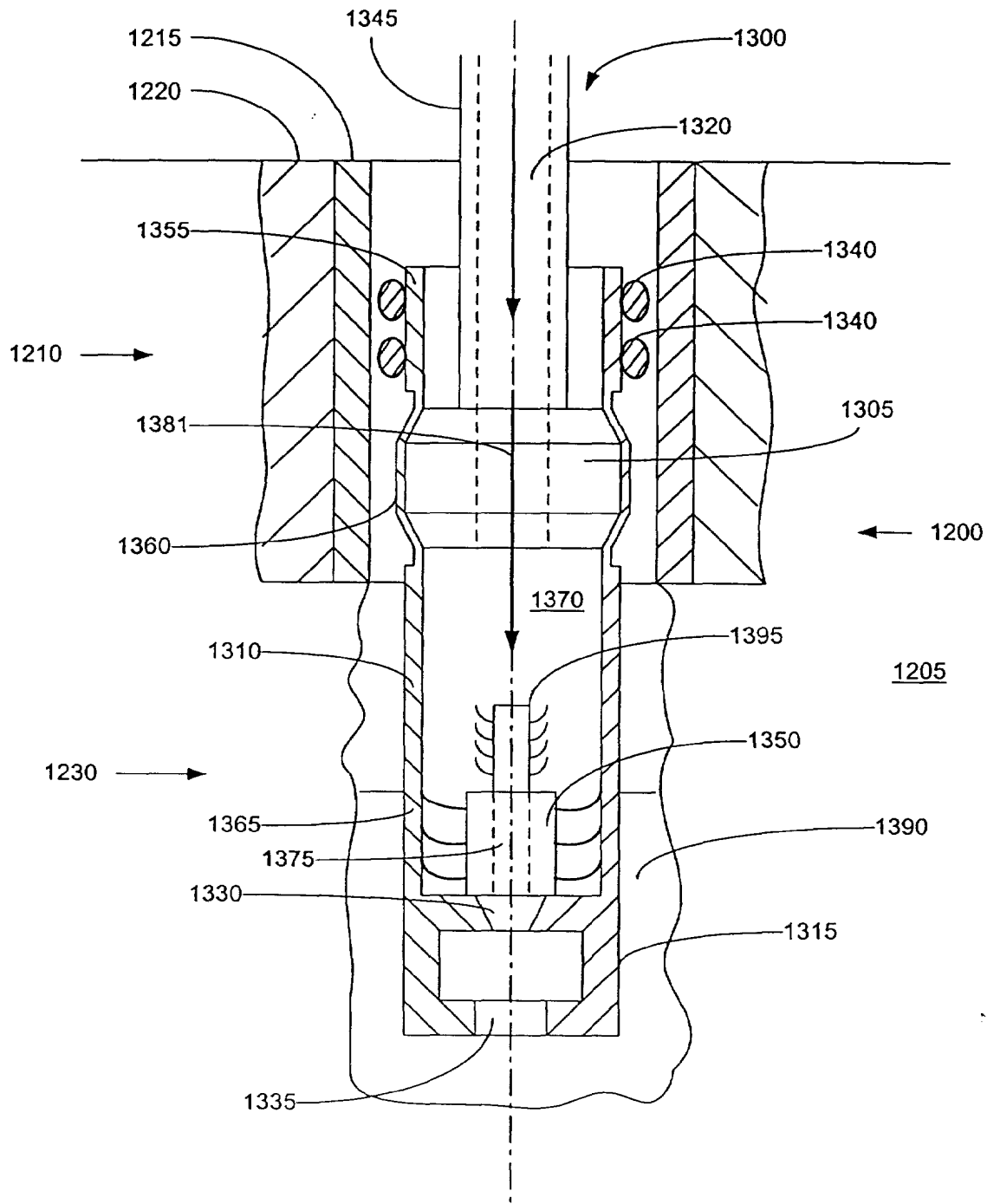
FIGUR 11b



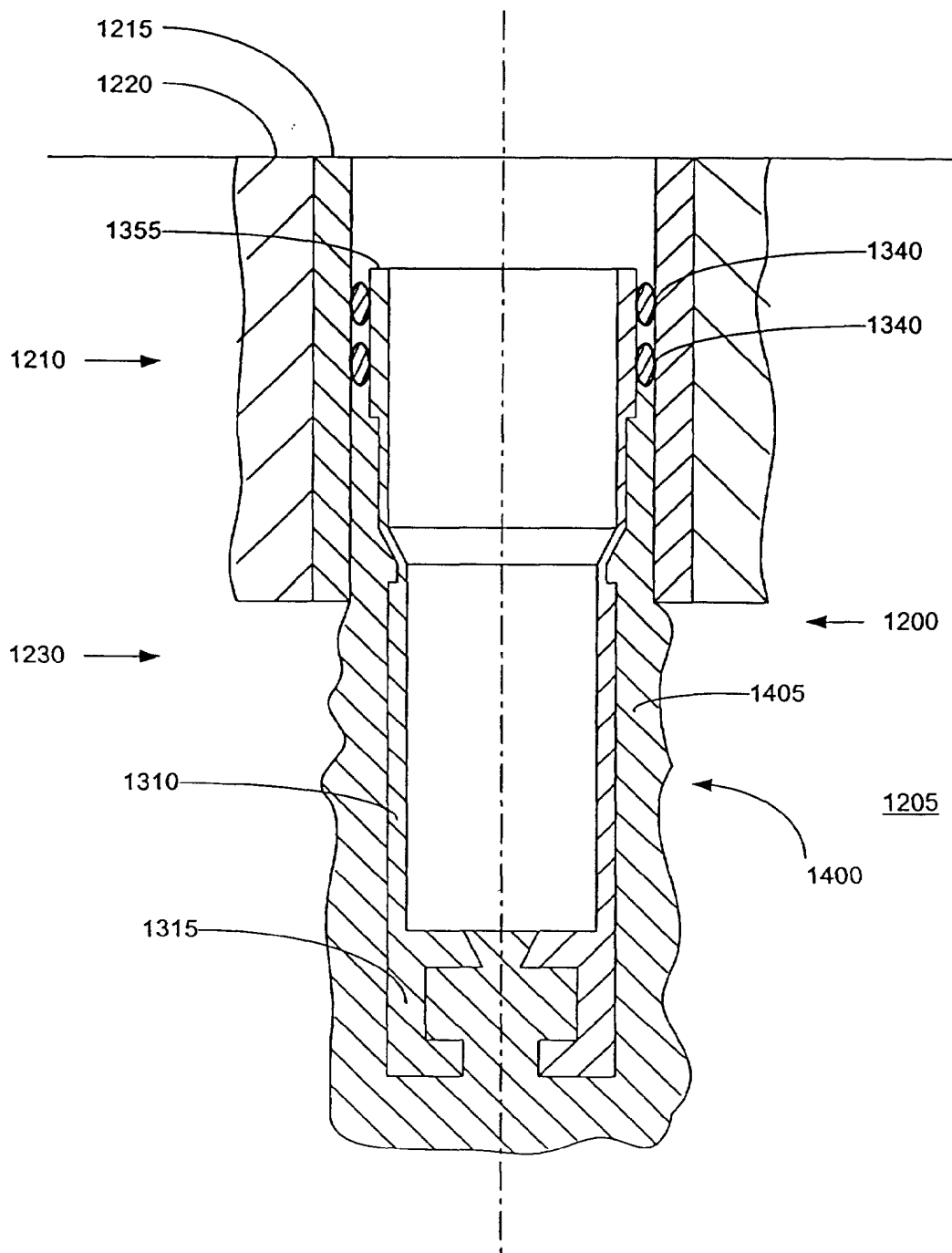
FIGUR 11c



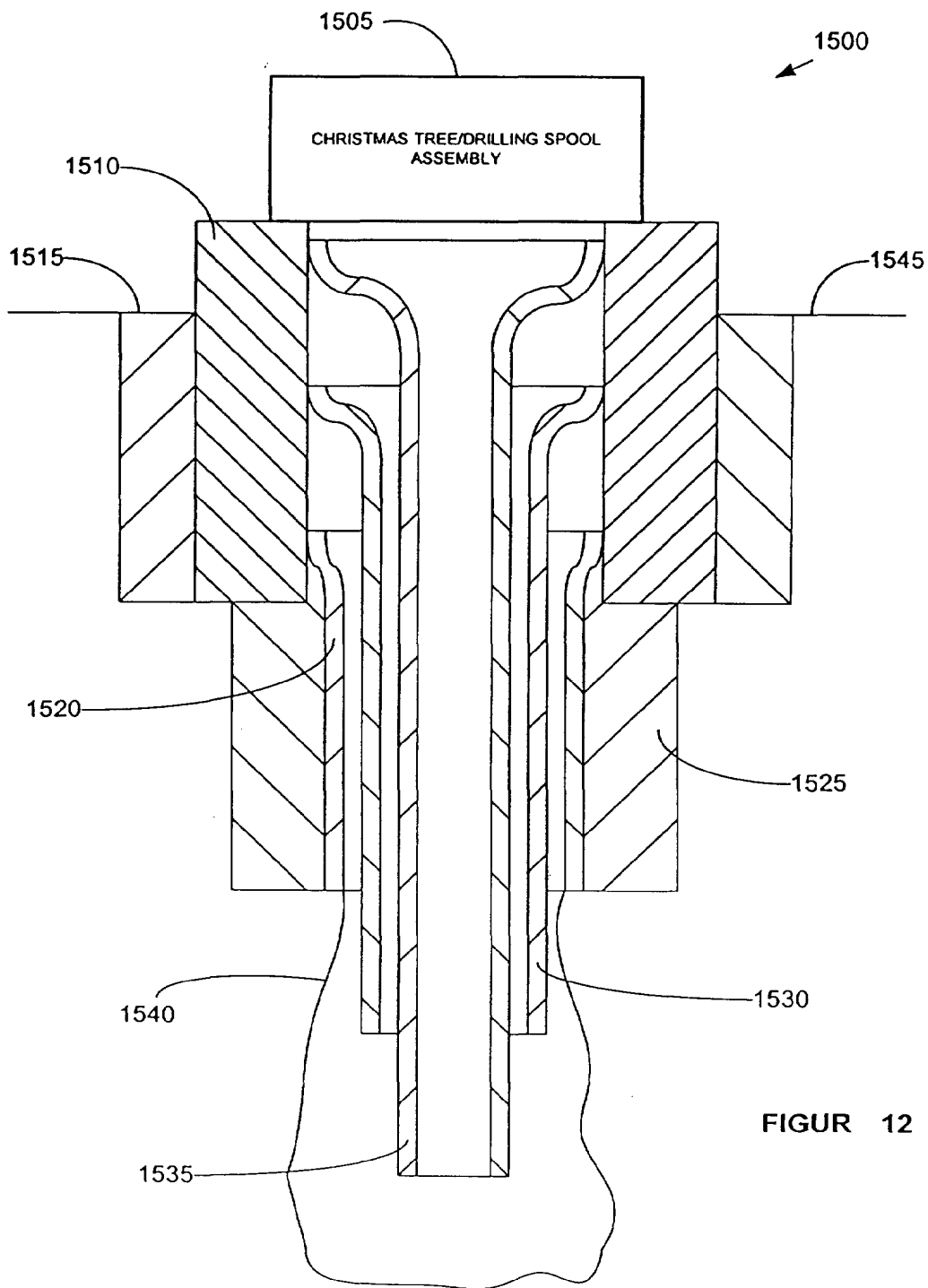
FIGUR 11d



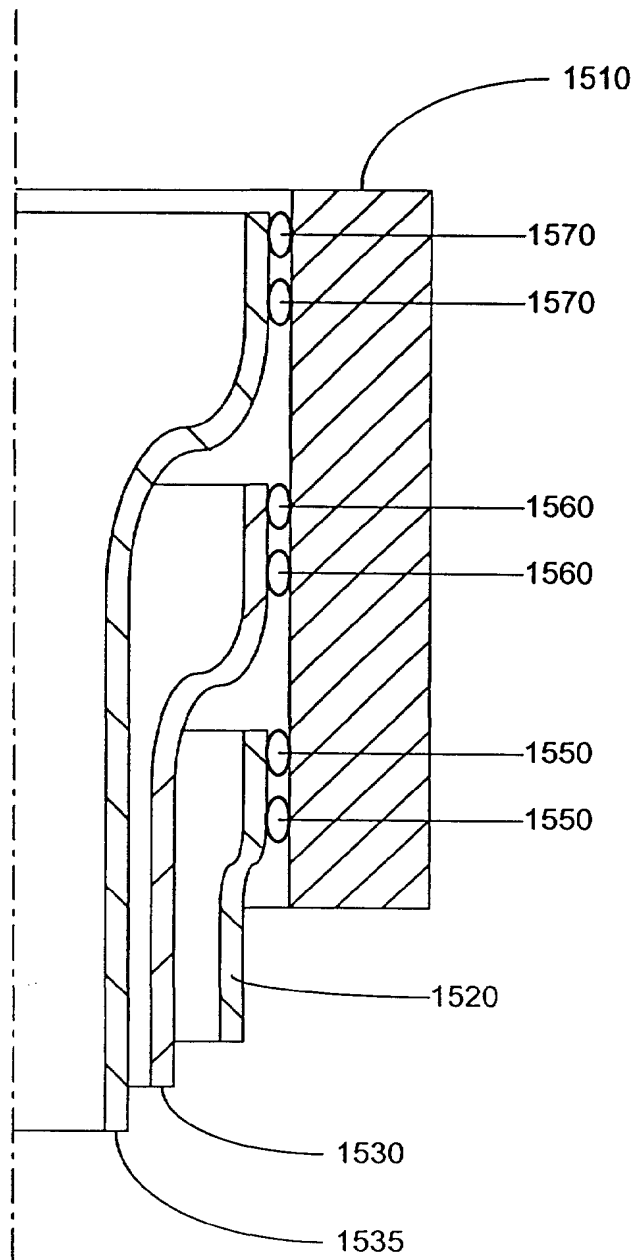
FIGUR 11e



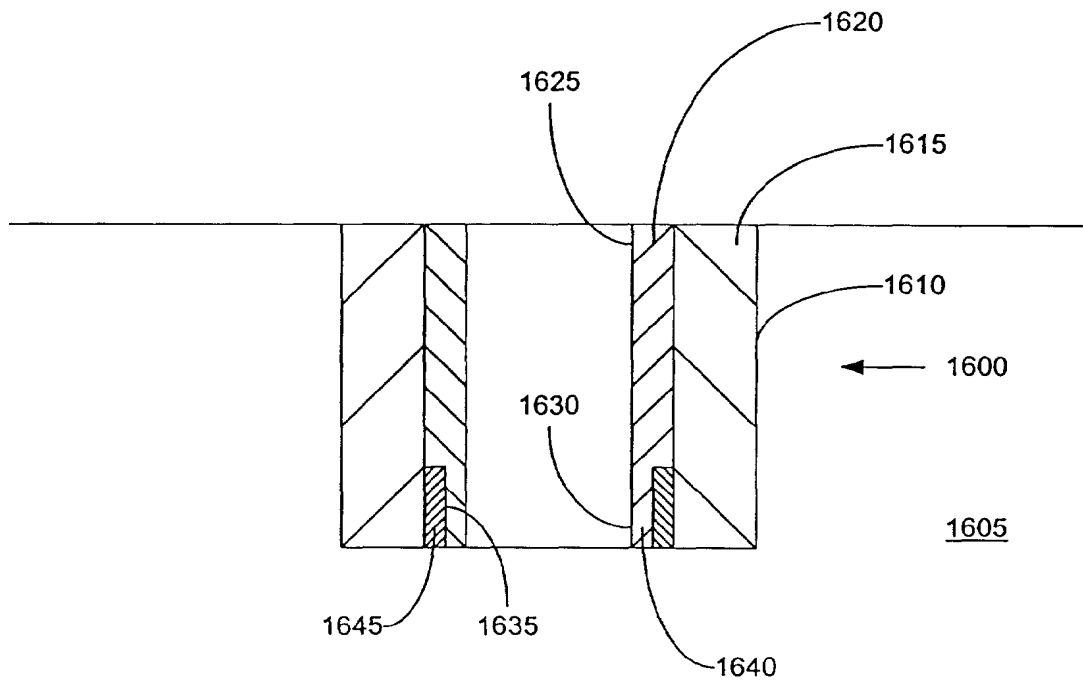
FIGUR 11f



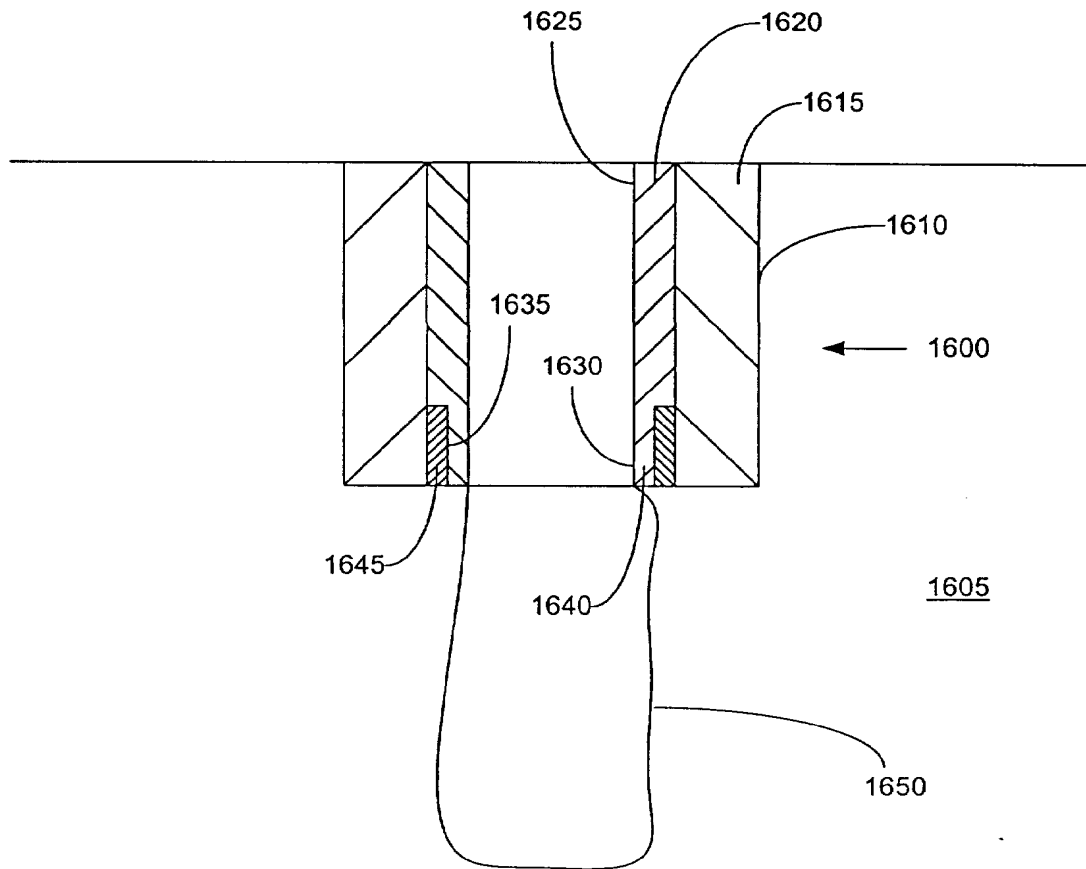
FIGUR 12



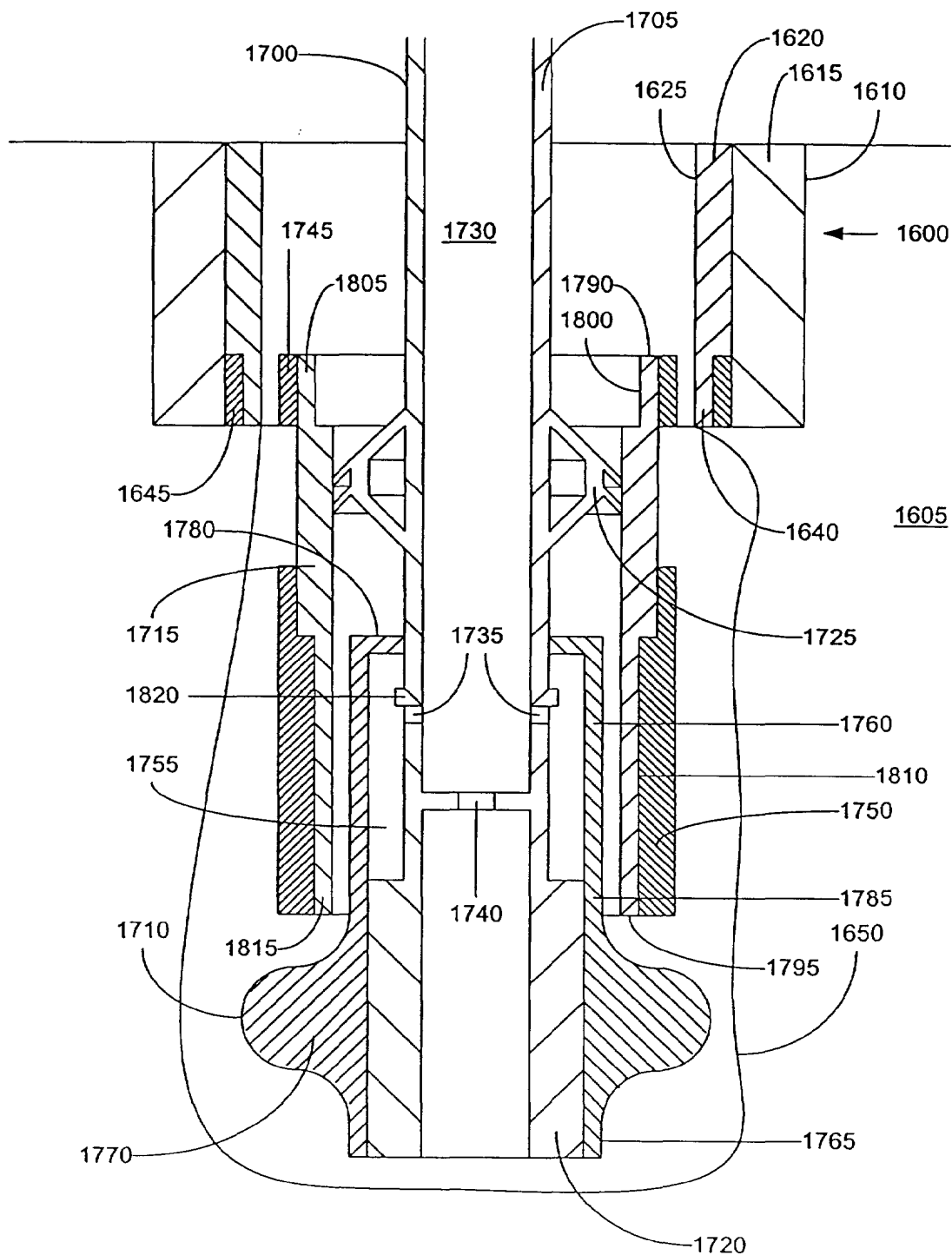
FIGUR 13



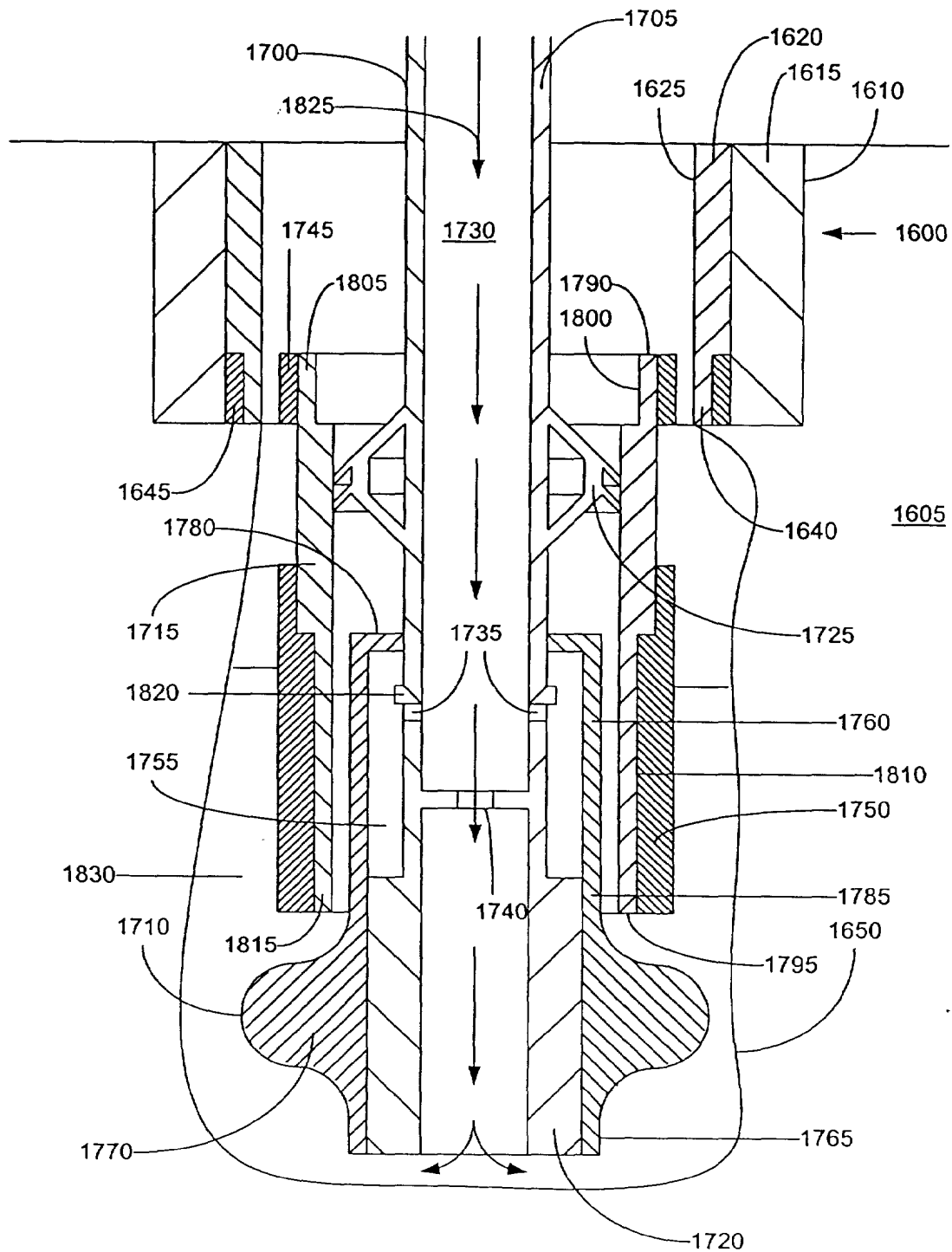
FIGUR 14a



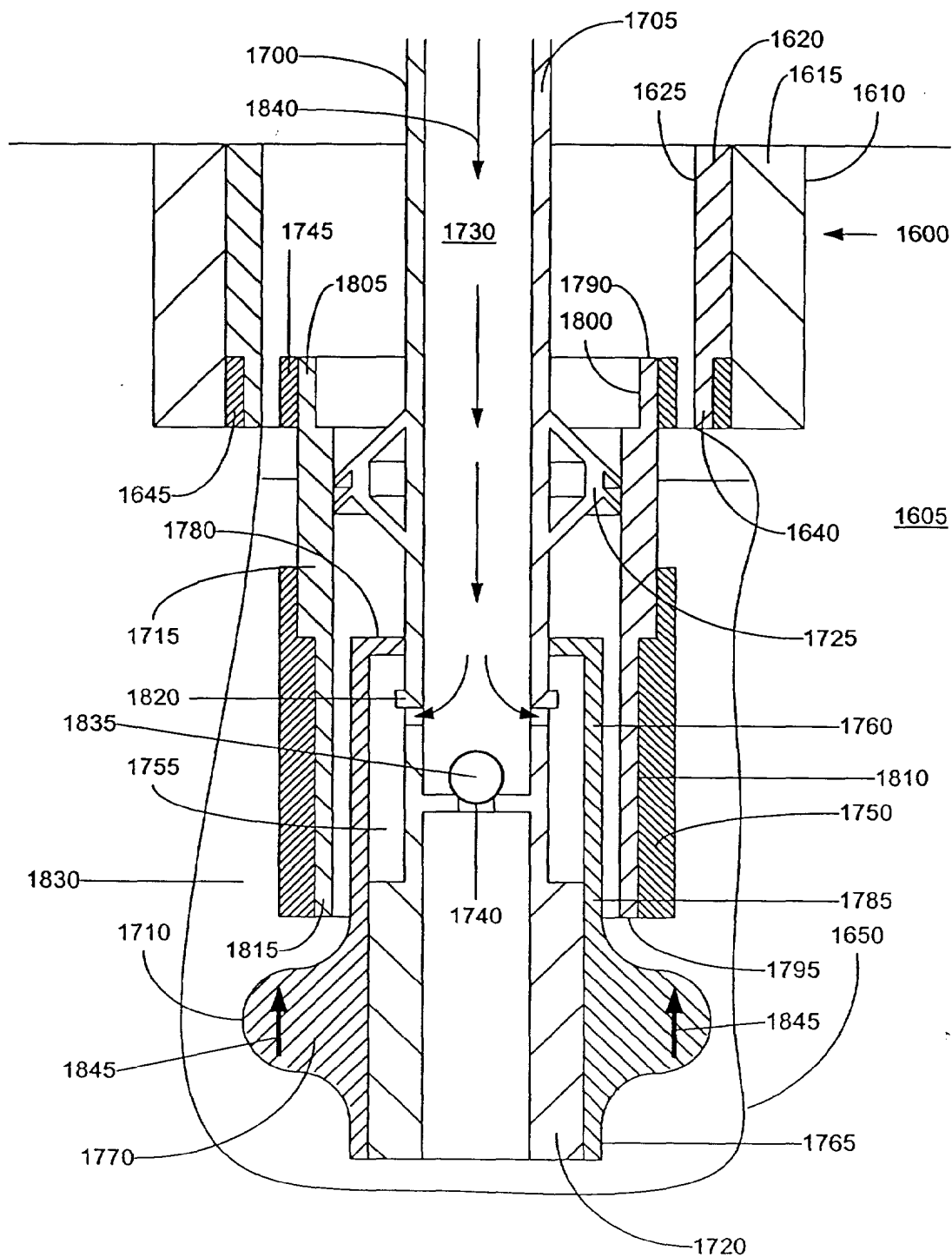
FIGUR 14b



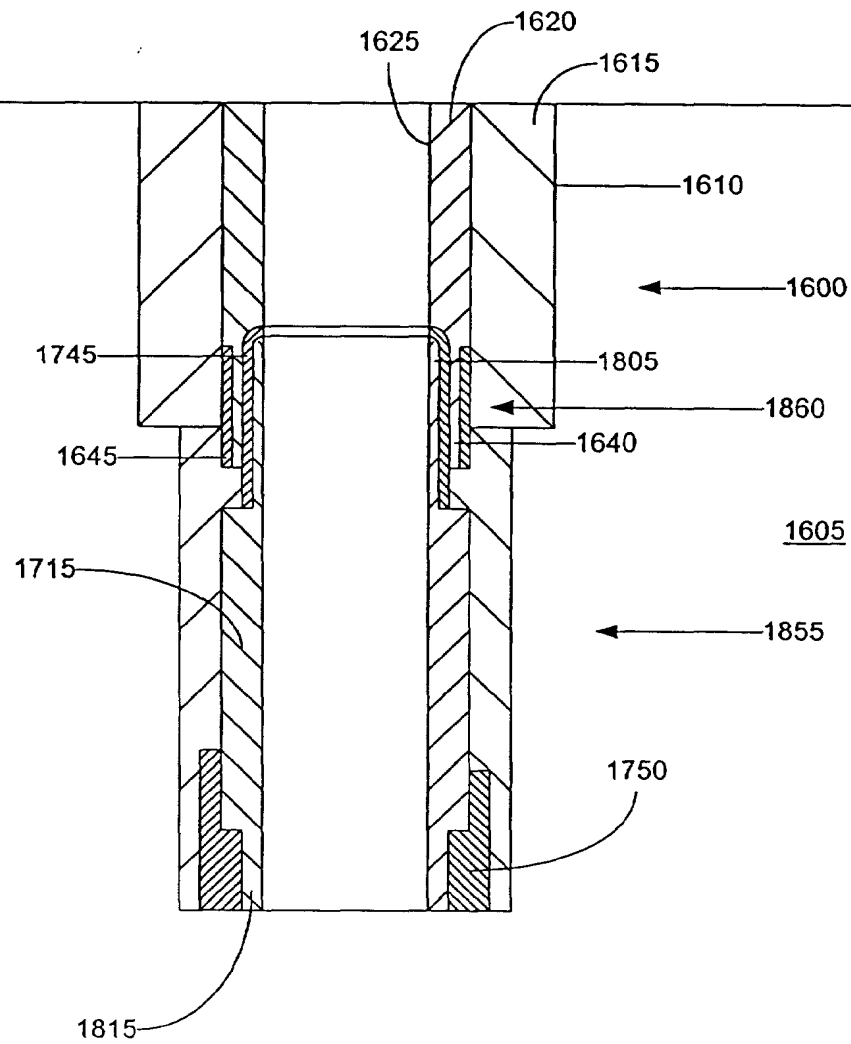
FIGUR 14c



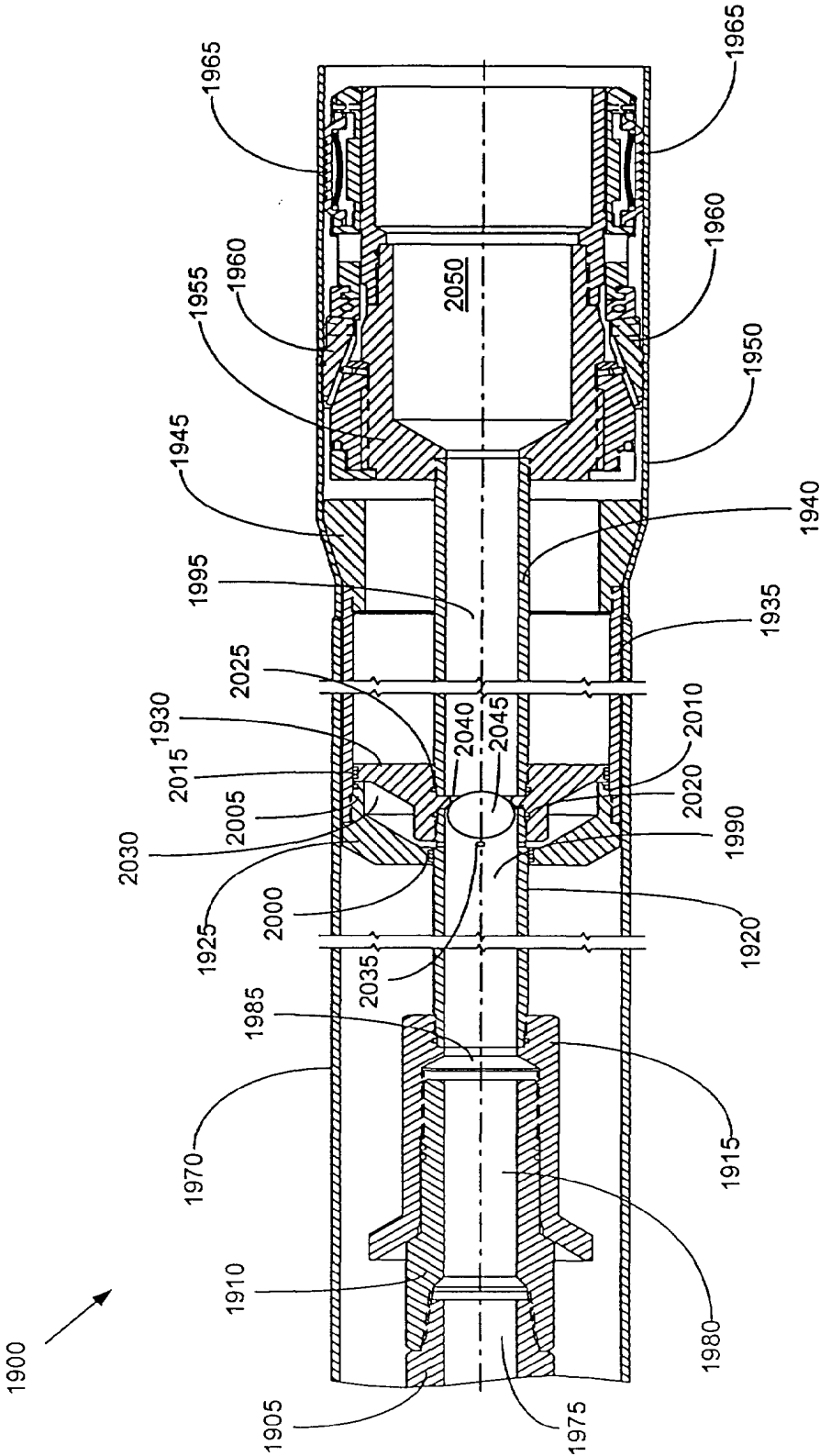
FIGUR 14d



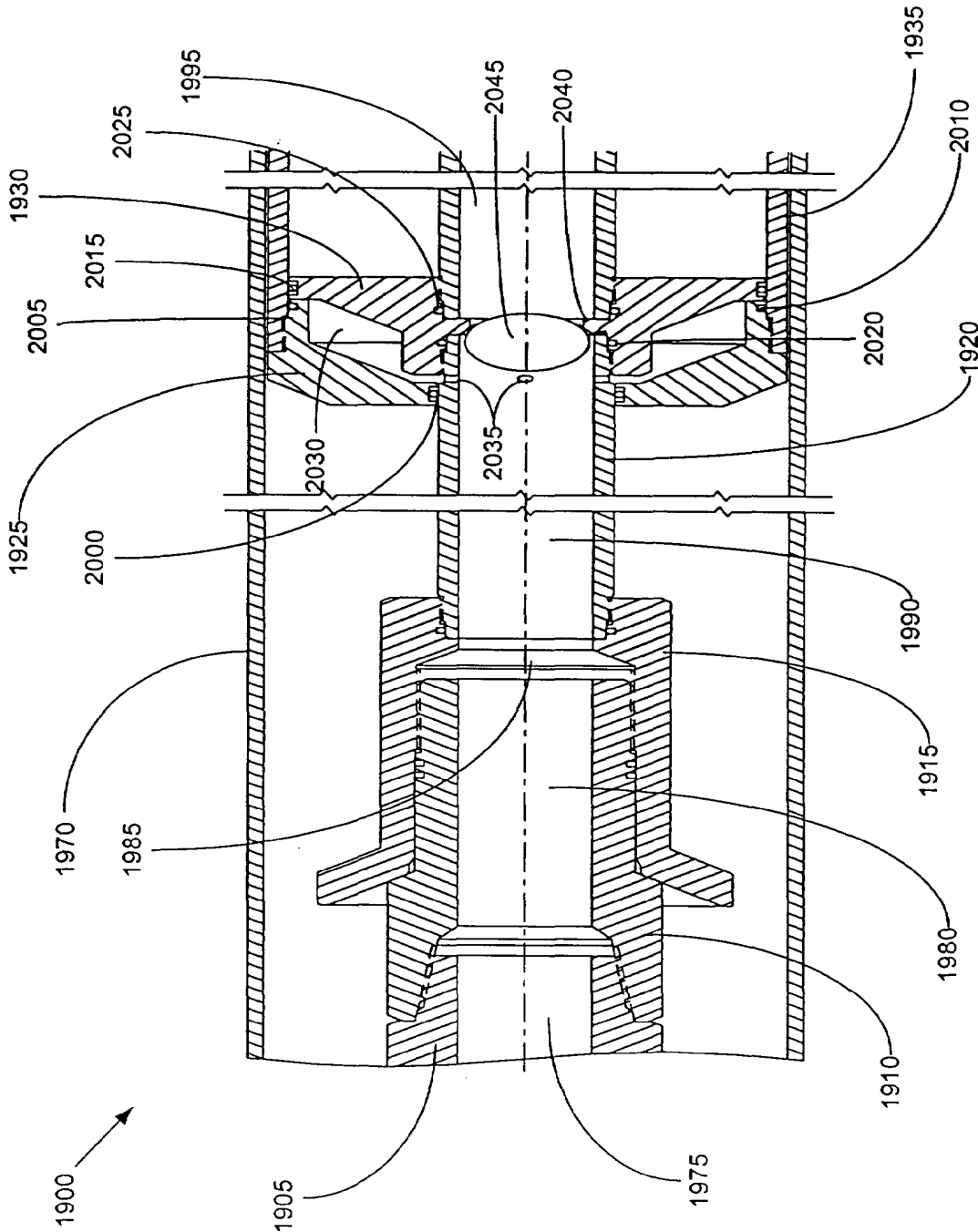
FIGUR 14e



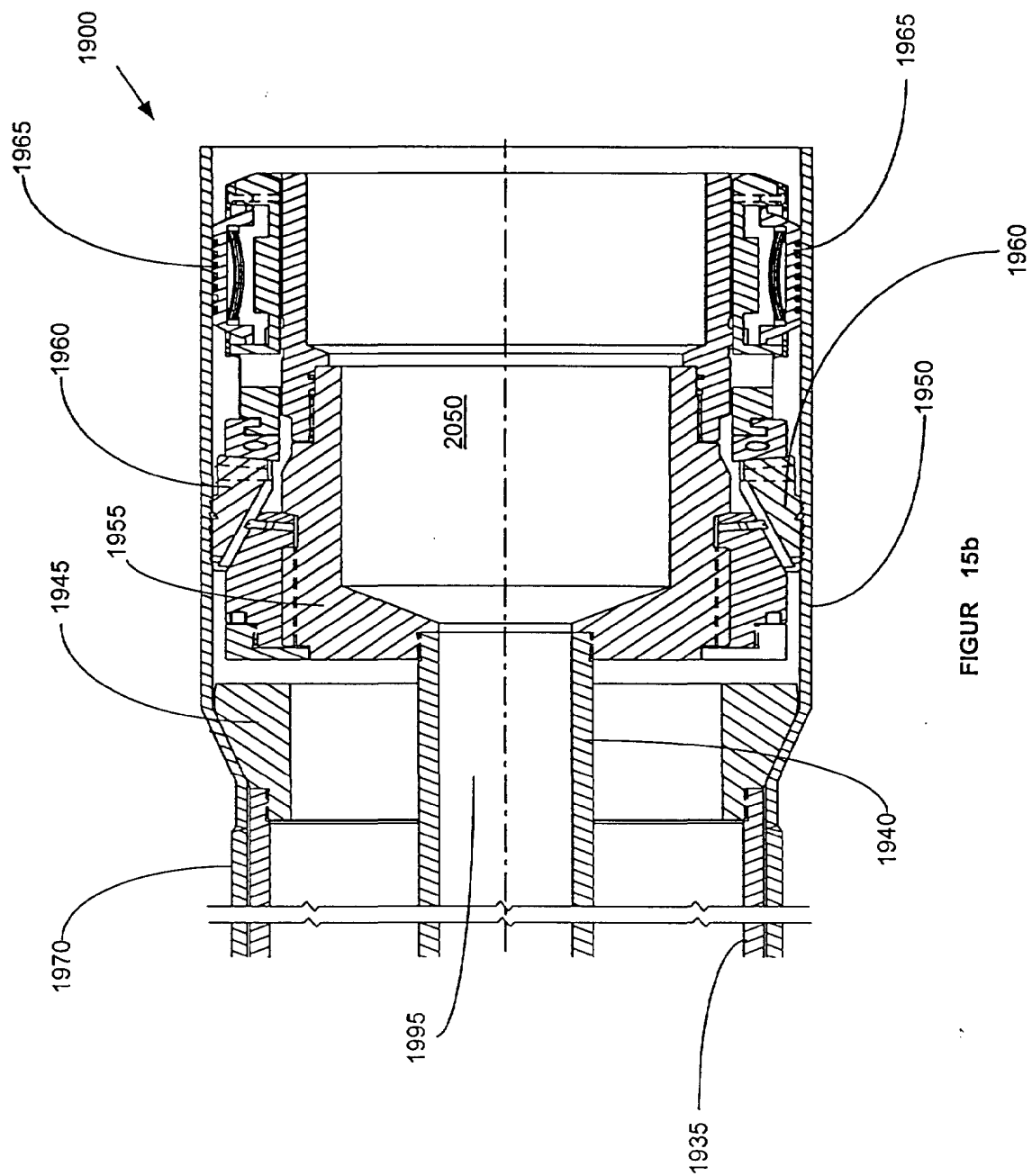
FIGUR 14f

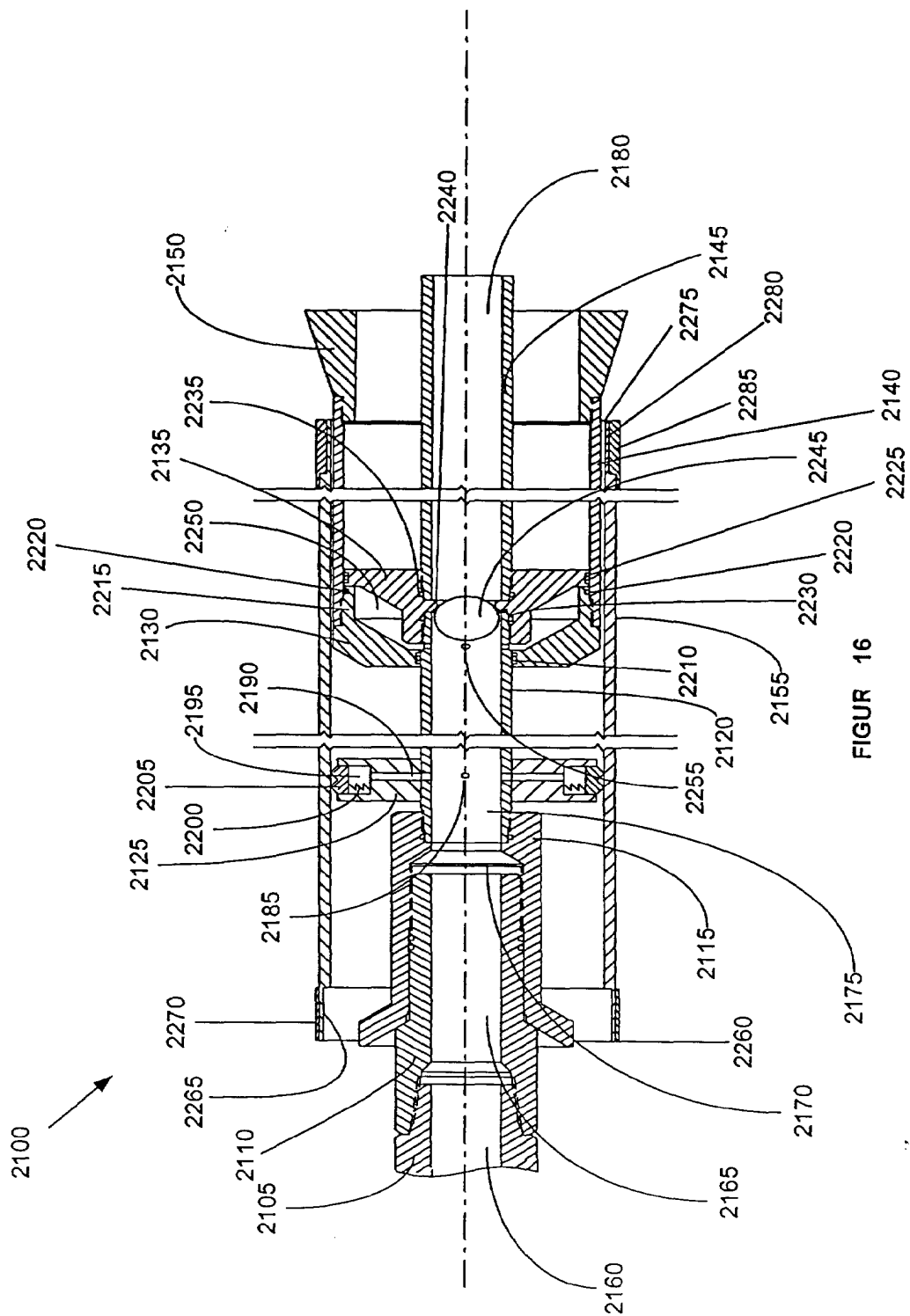


FIGUR 15

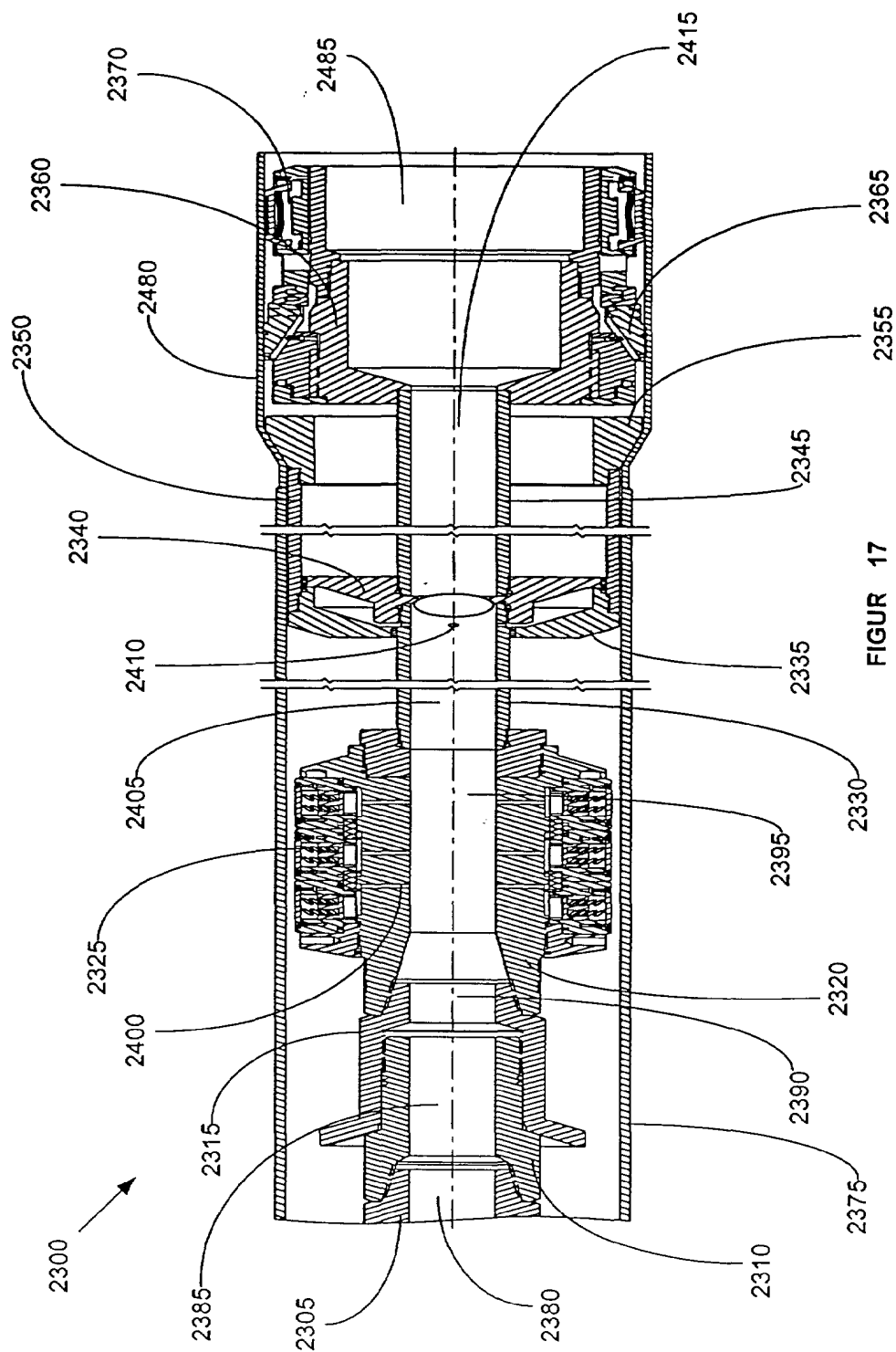


FIGUR 15a

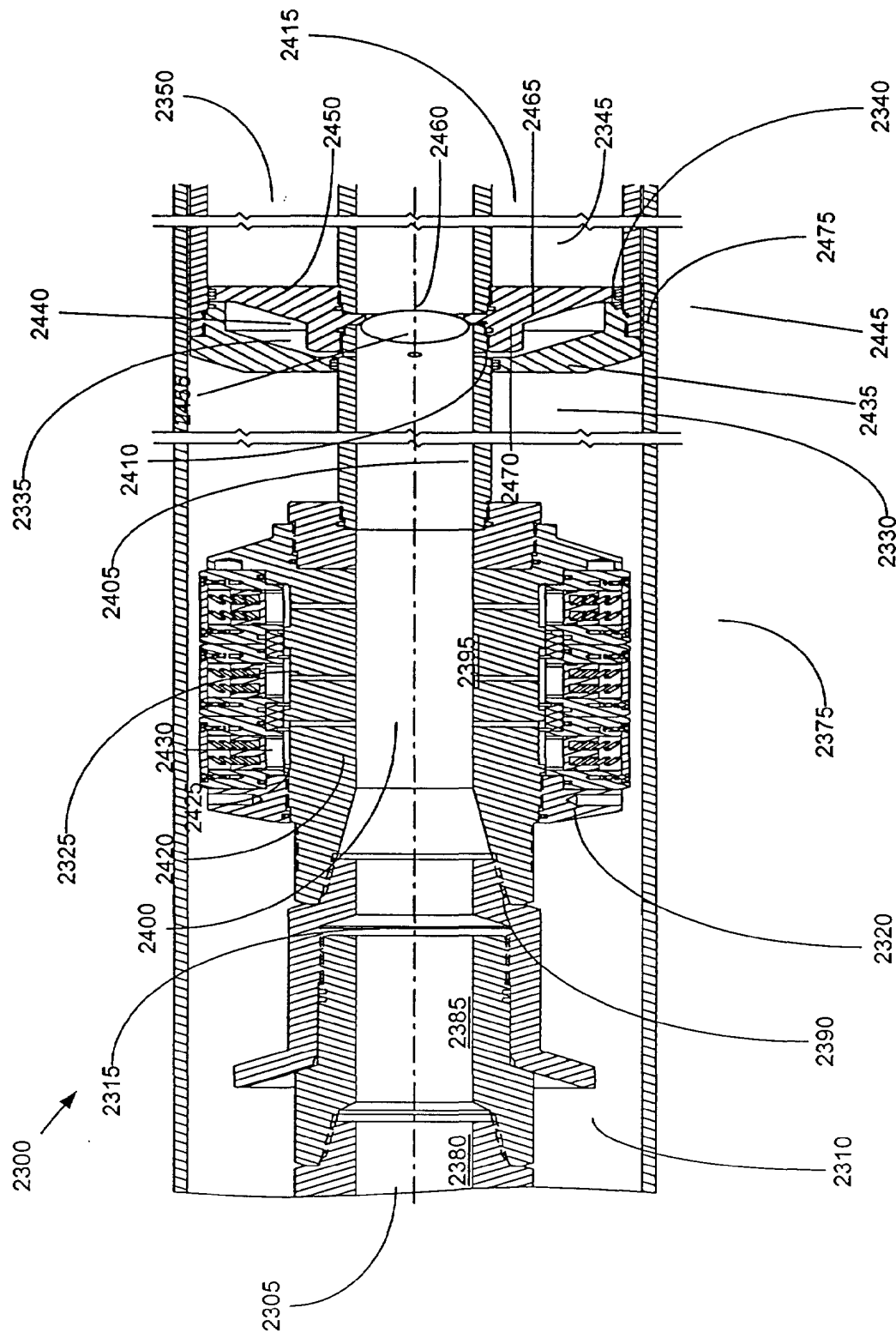




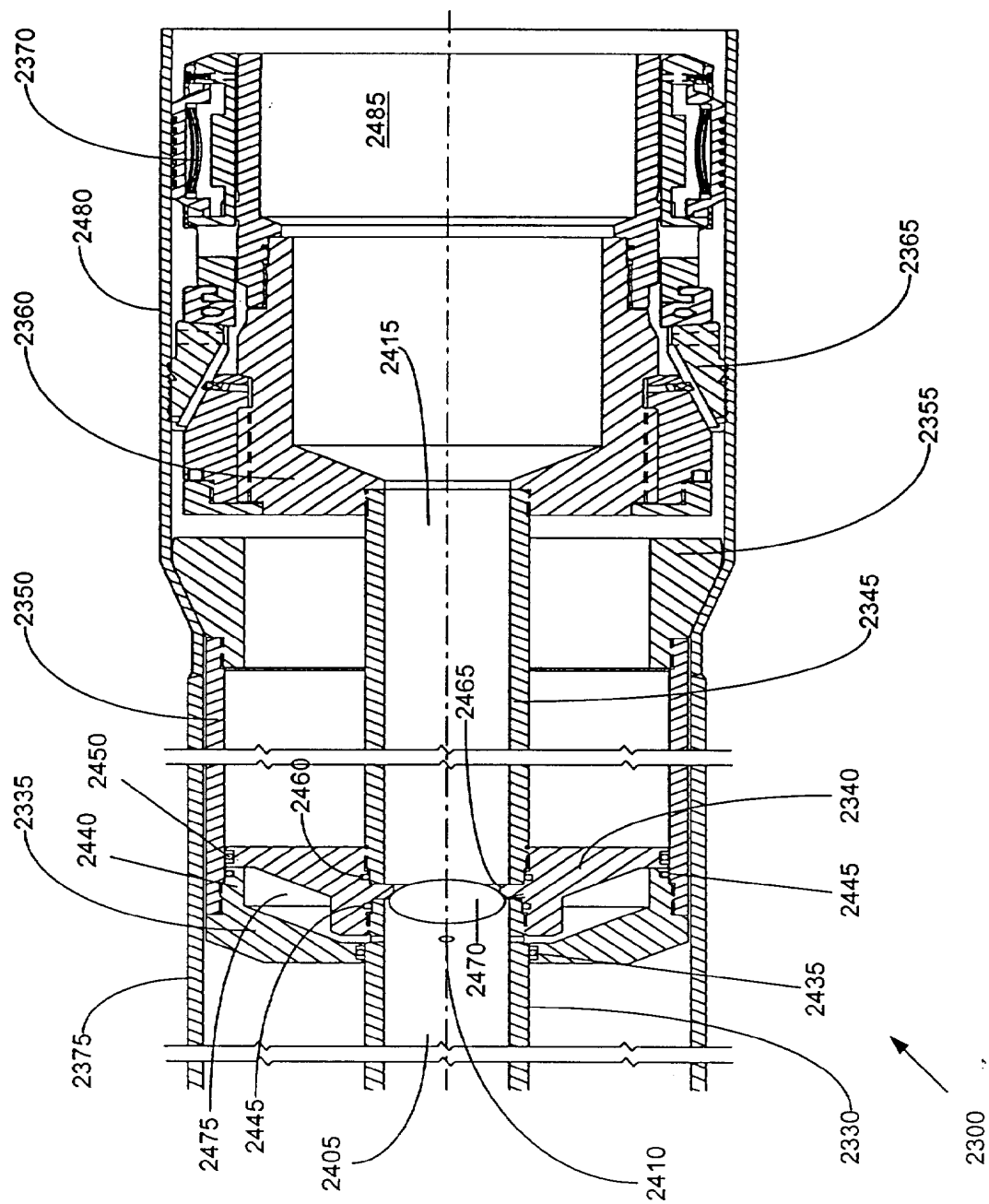
FIGUR 16



FIGUR 17



FIGUR 17a



FIGUR 17b

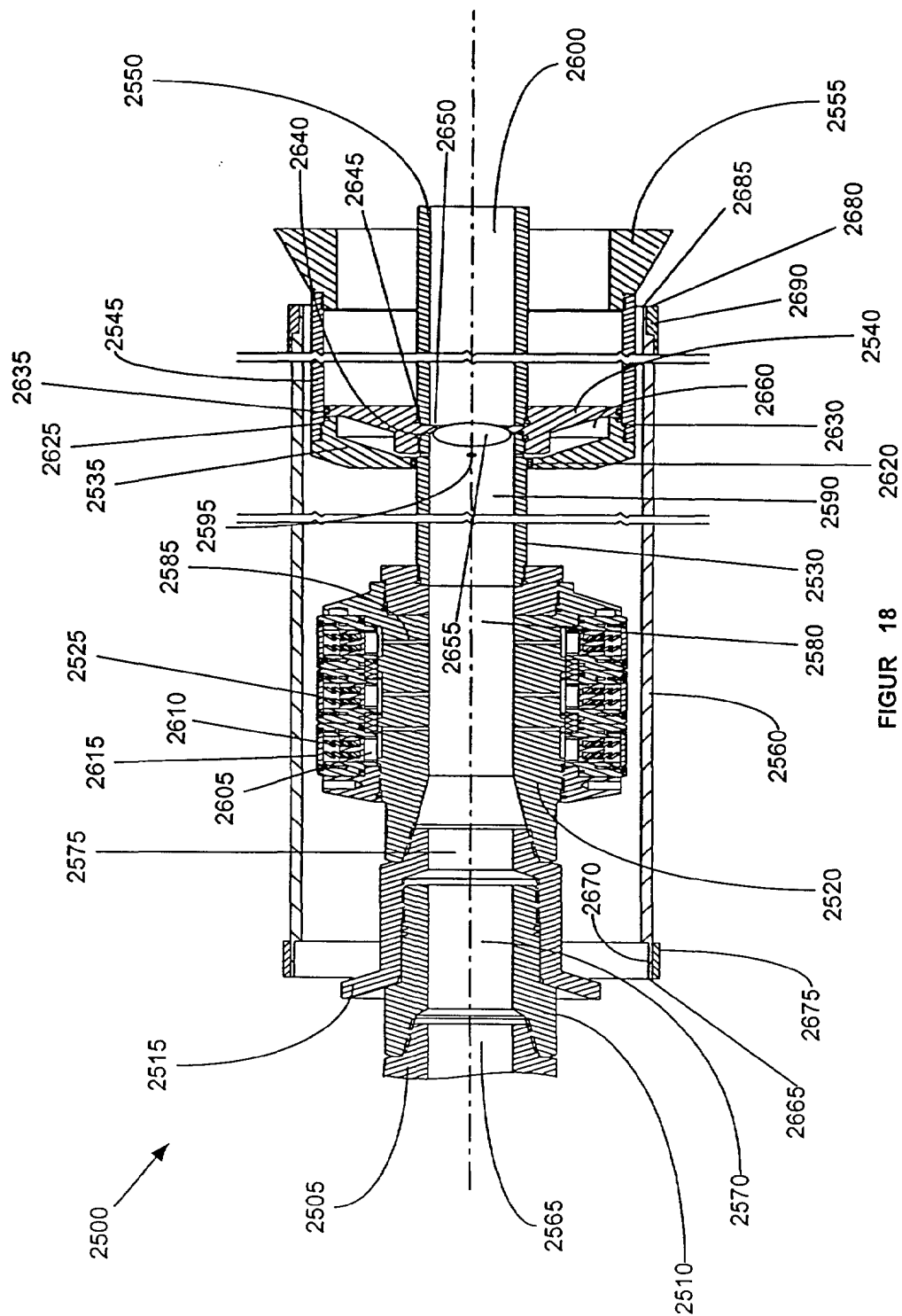
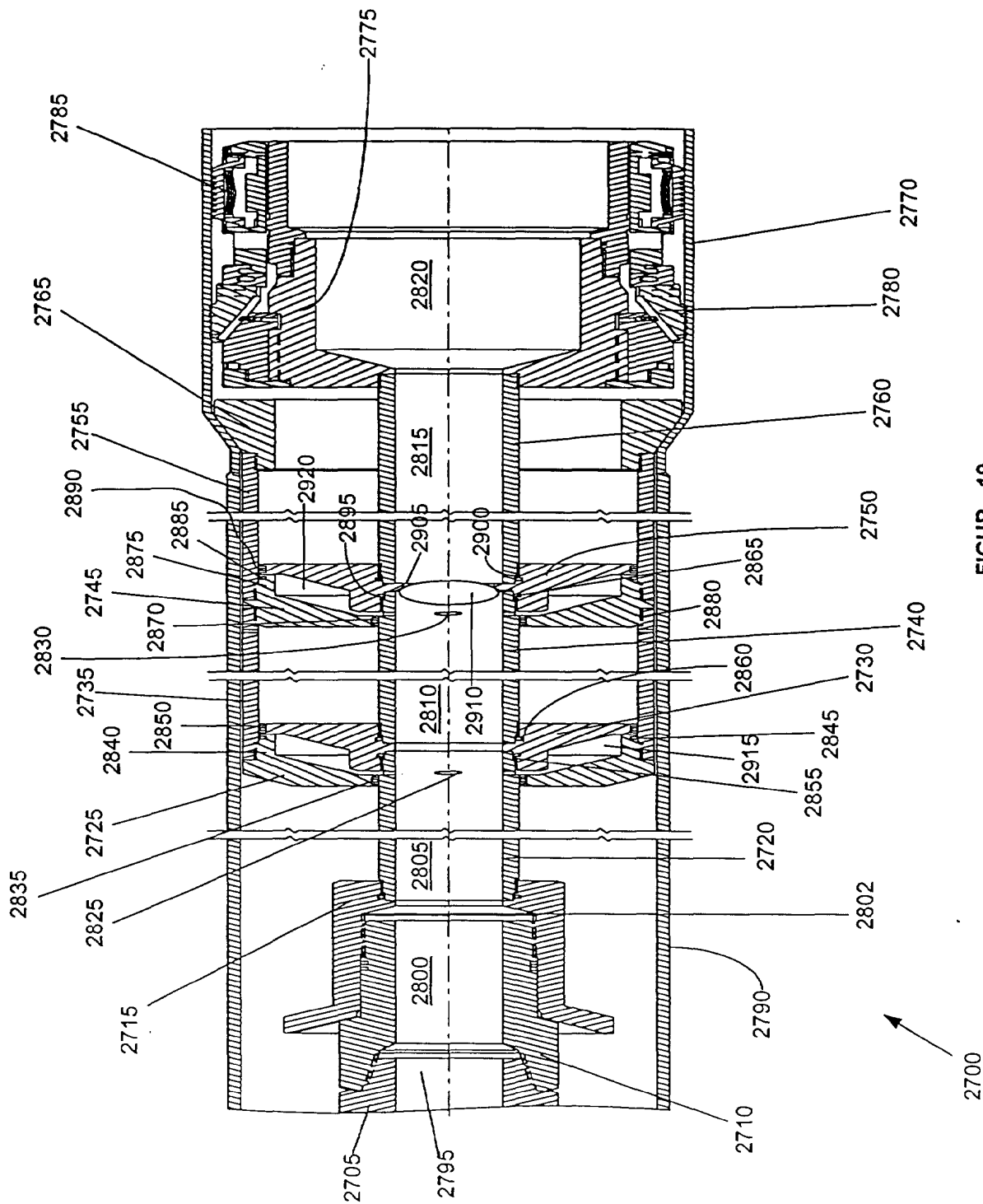


FIGURE 18



FIGUR 19

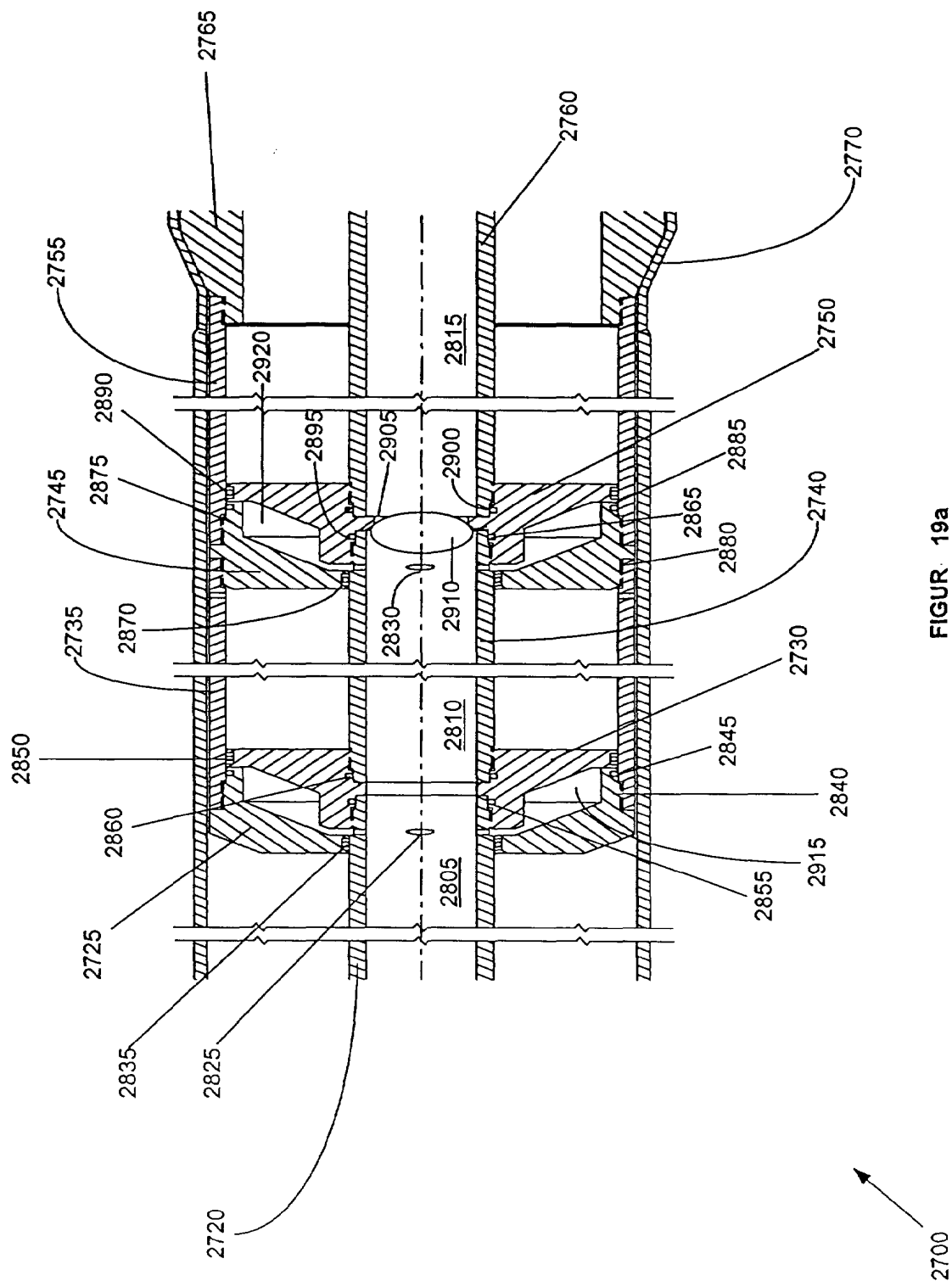
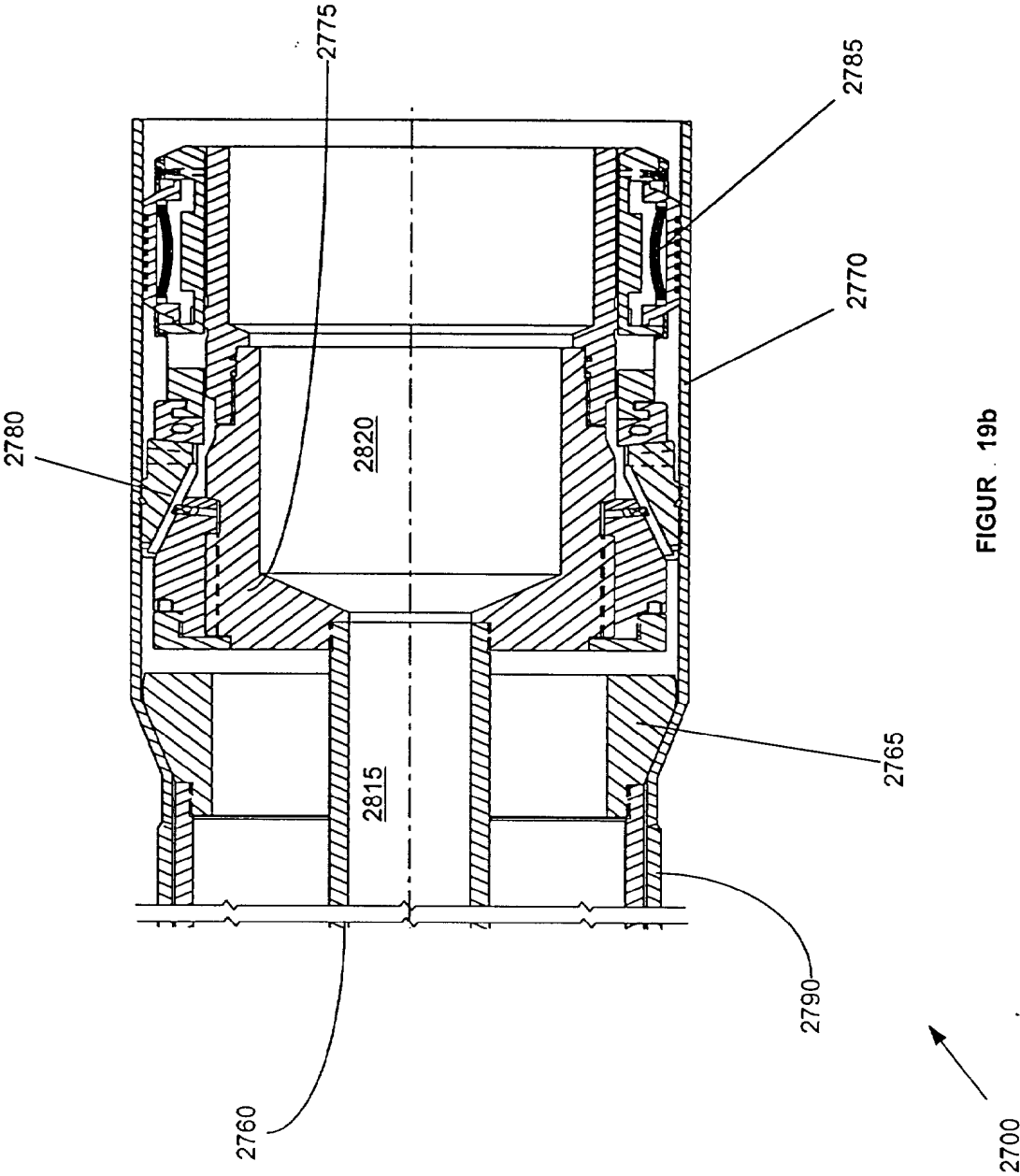
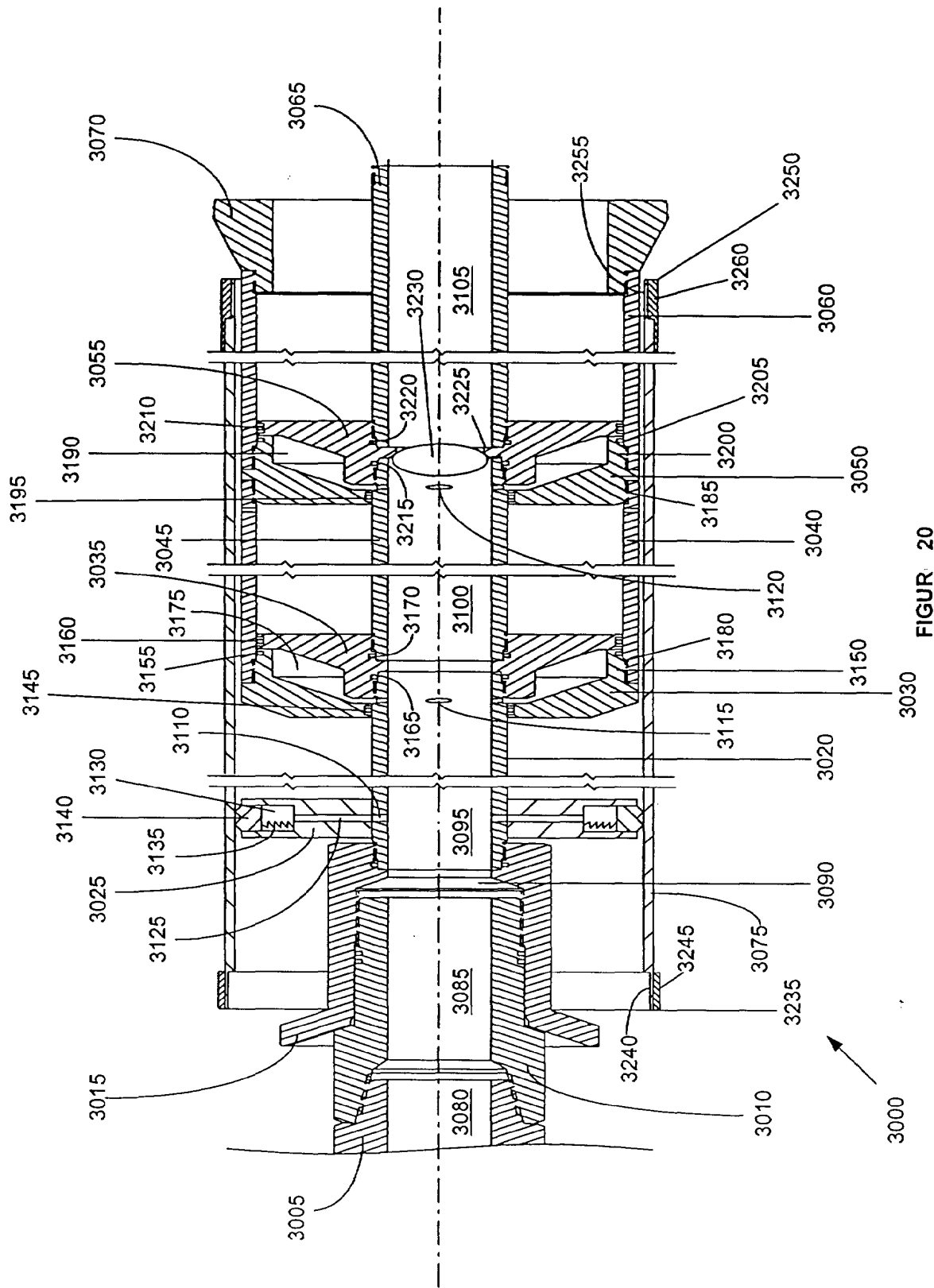
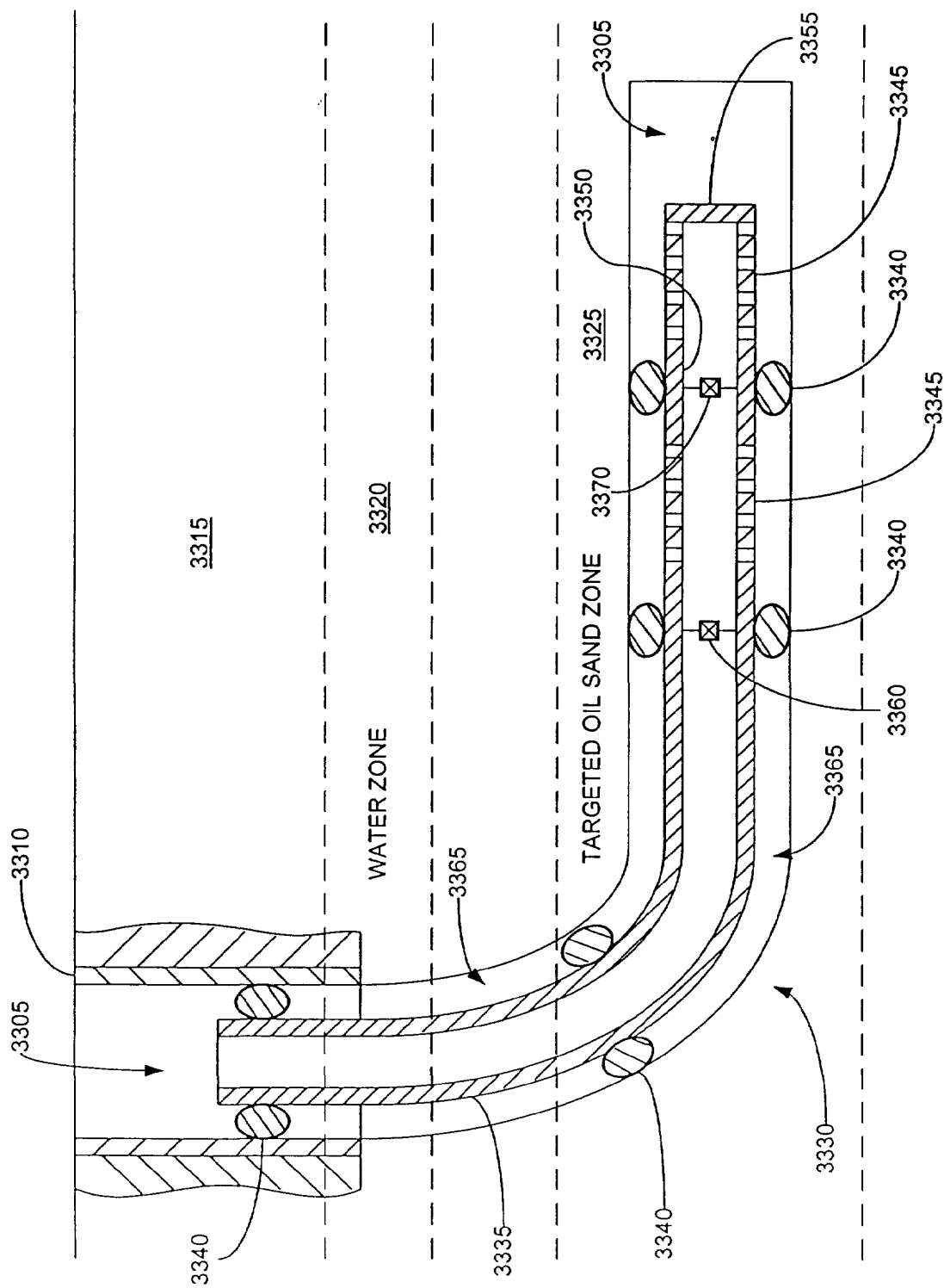


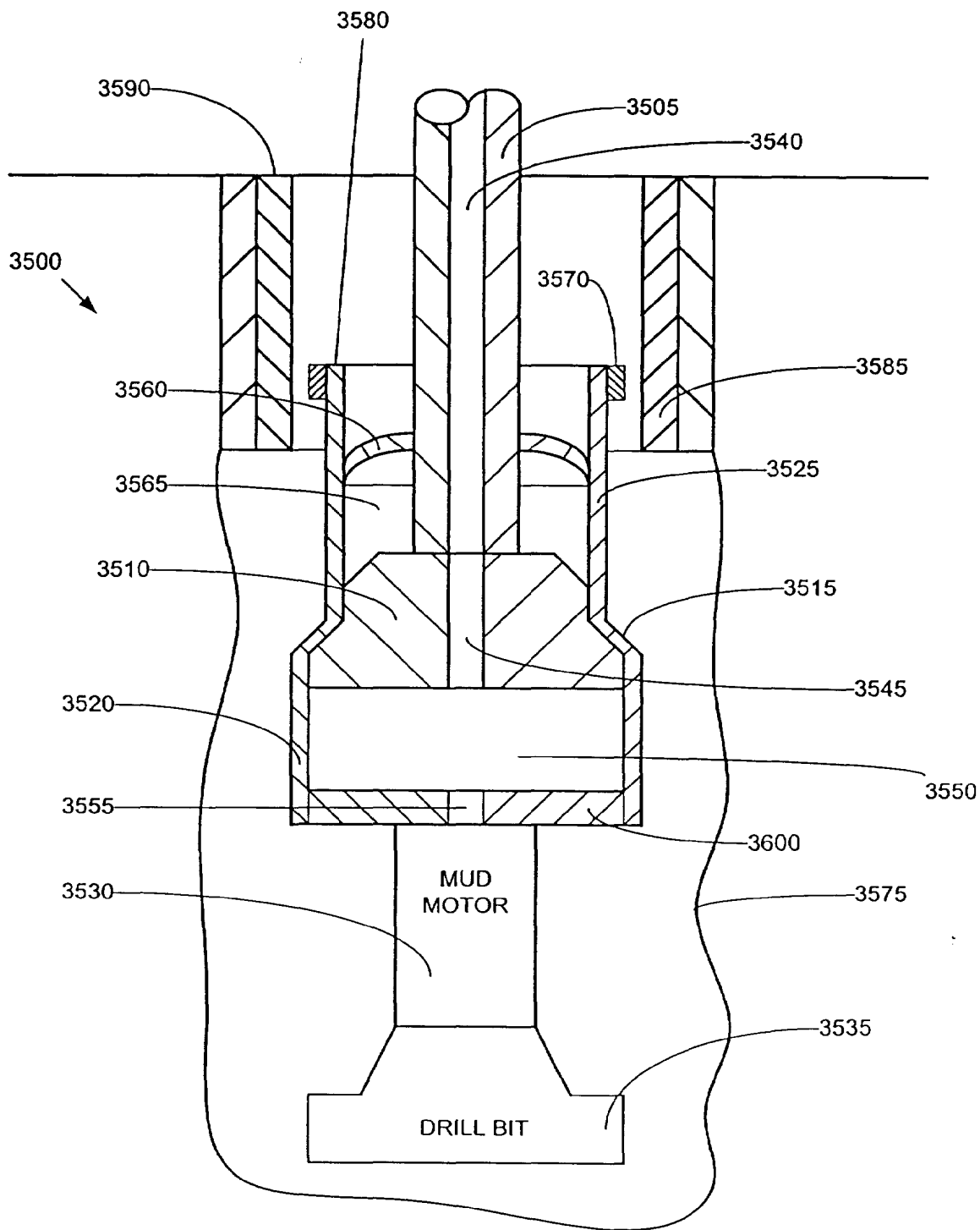
FIGURE 19a



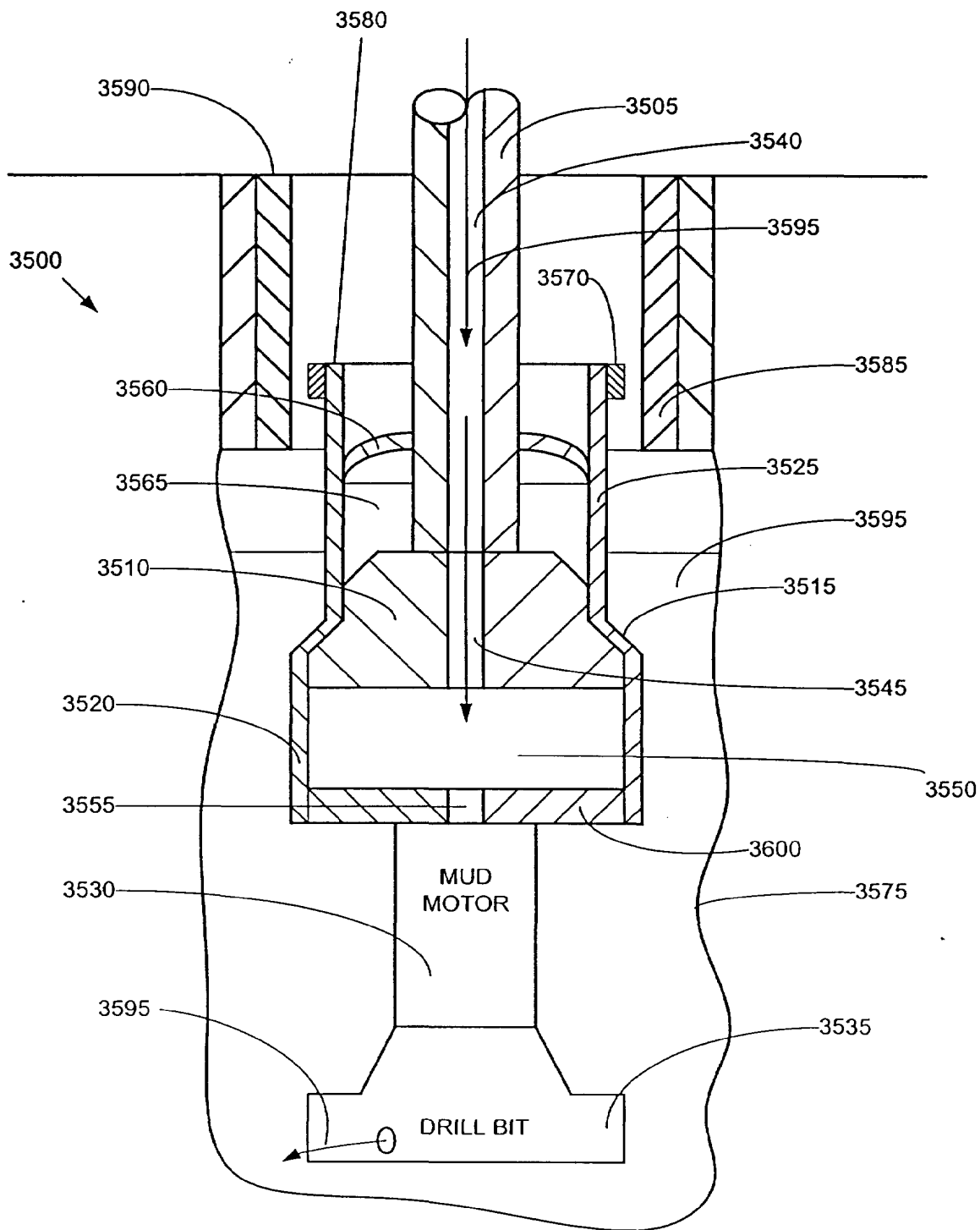




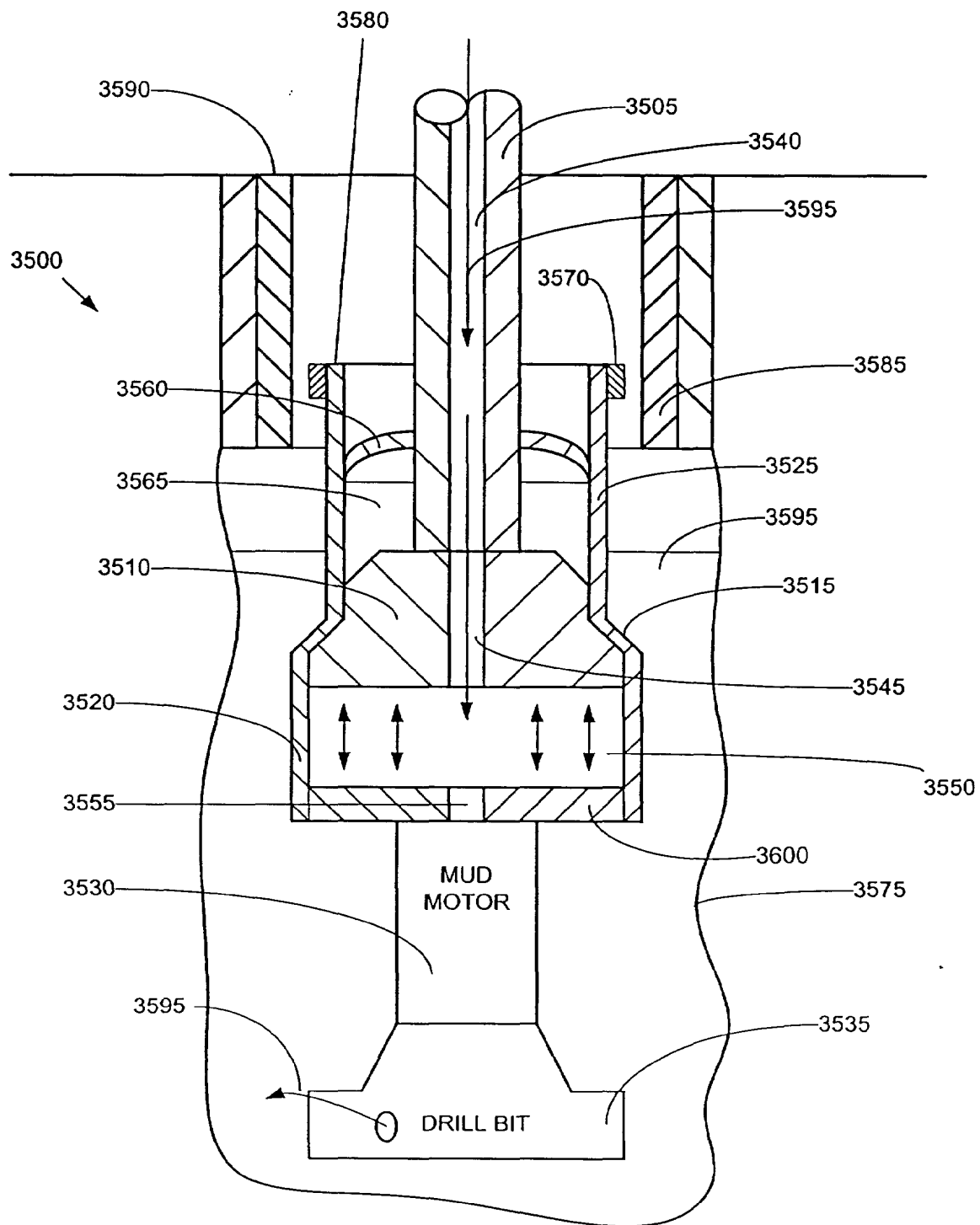
FIGUR. 21



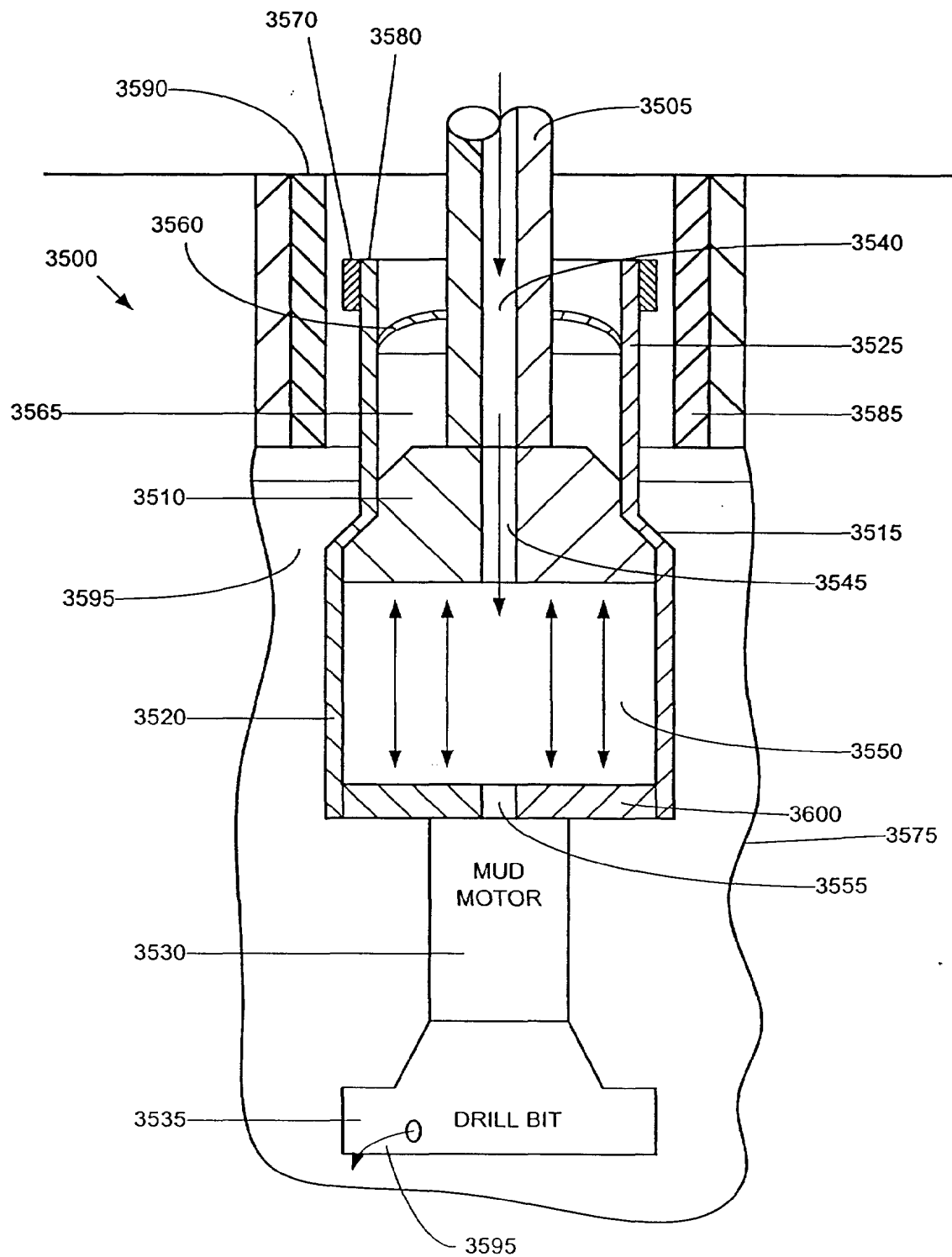
FIGUR 22A



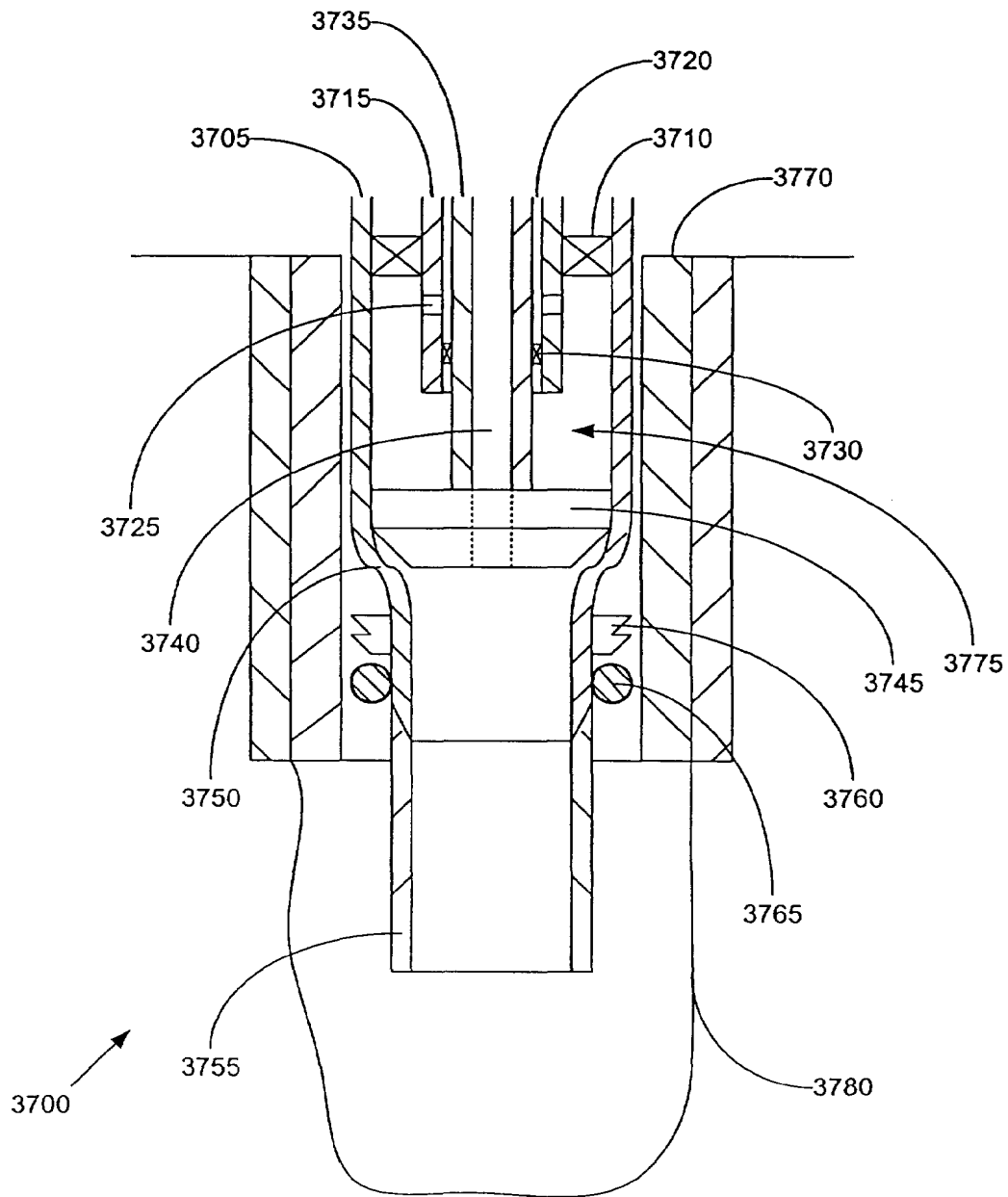
FIGUR 22B



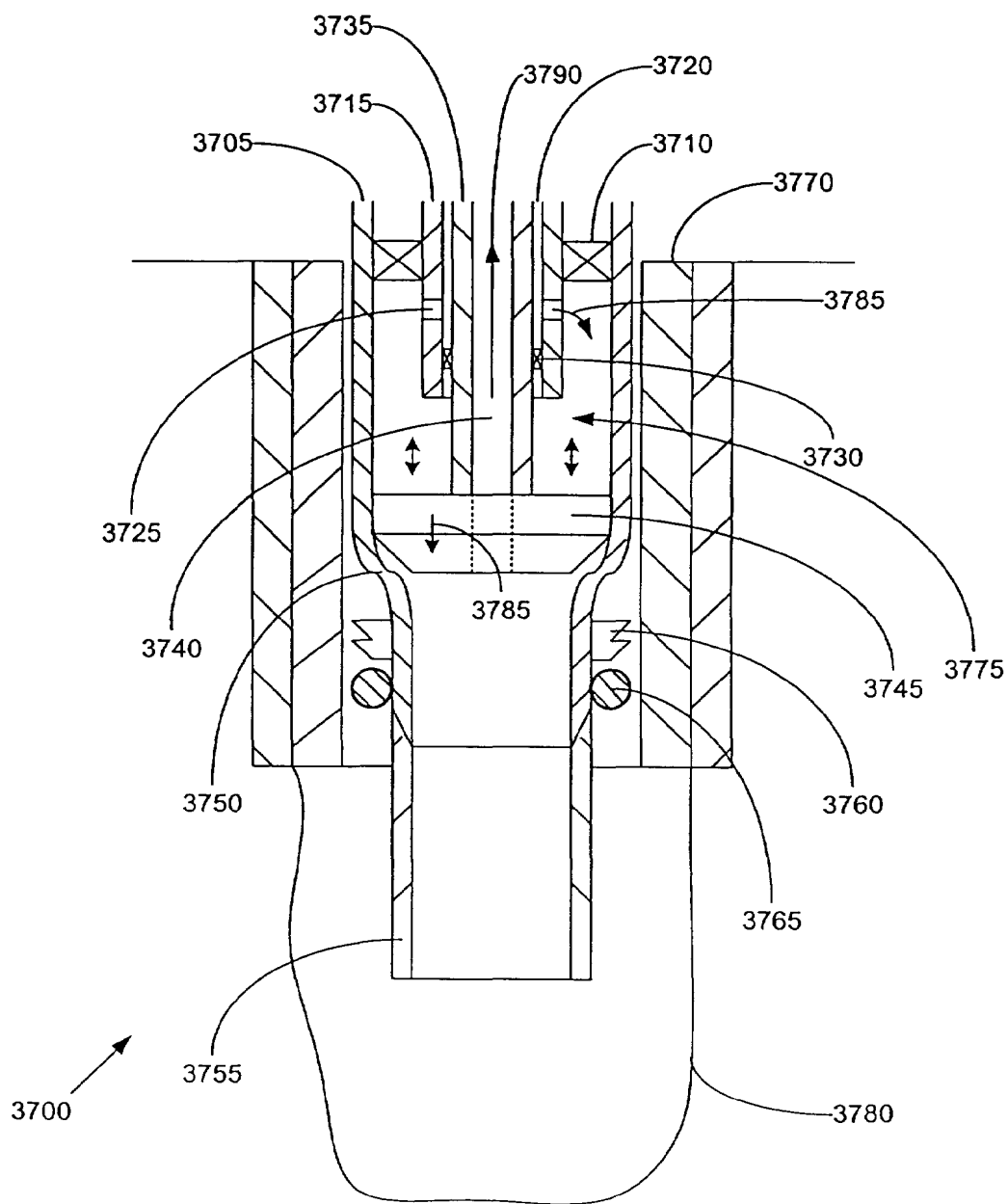
FIGUR 22C



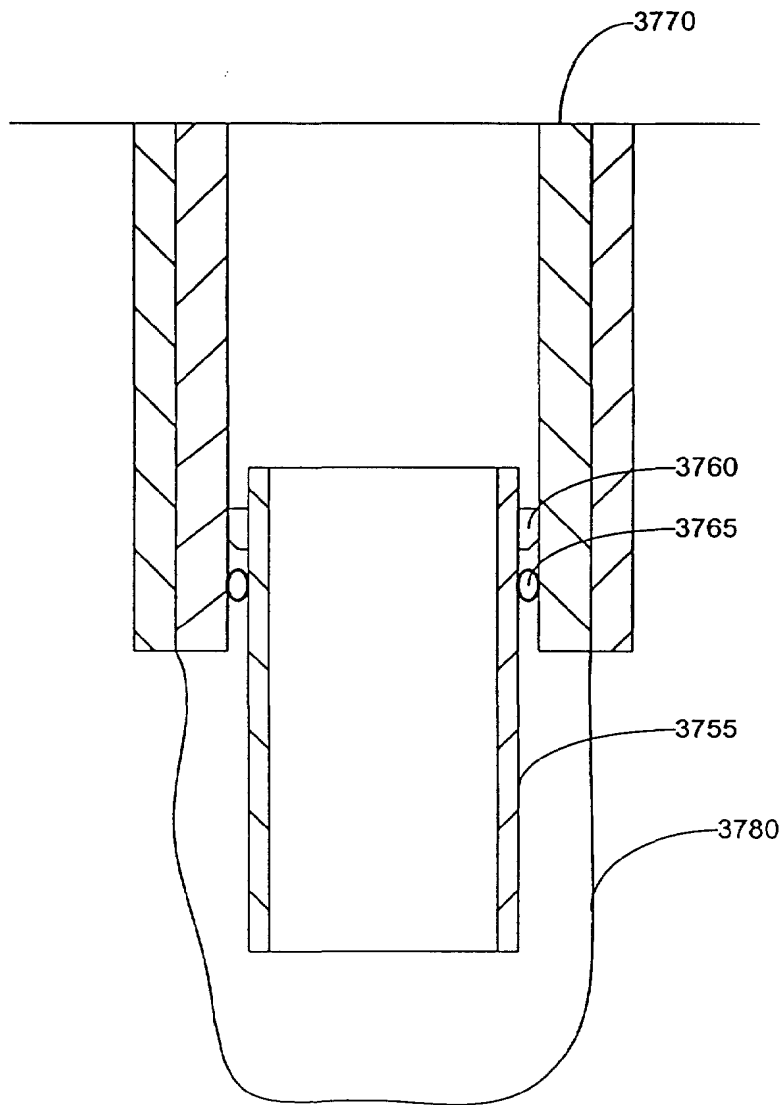
FIGUR 22D



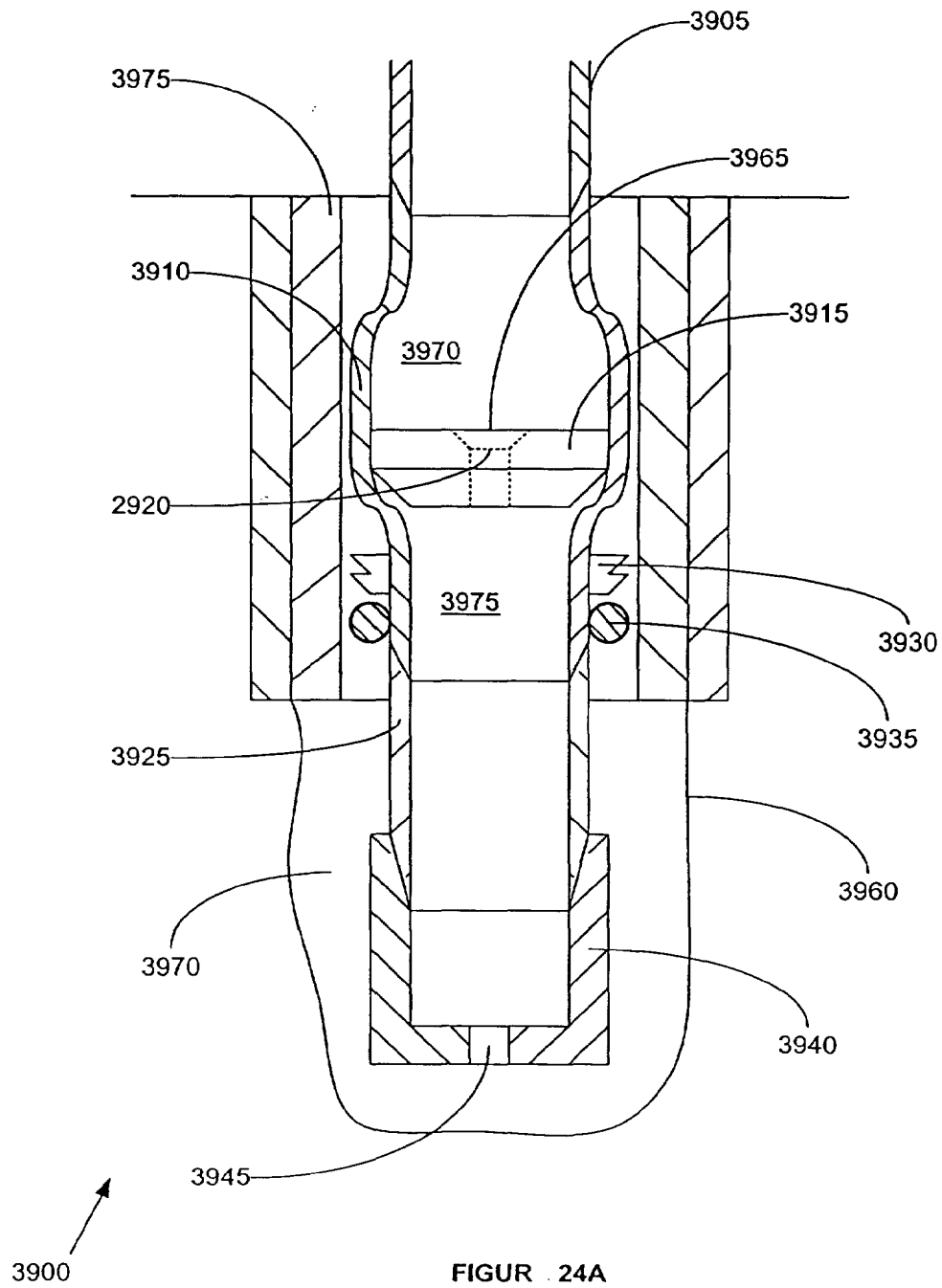
FIGUR 23A

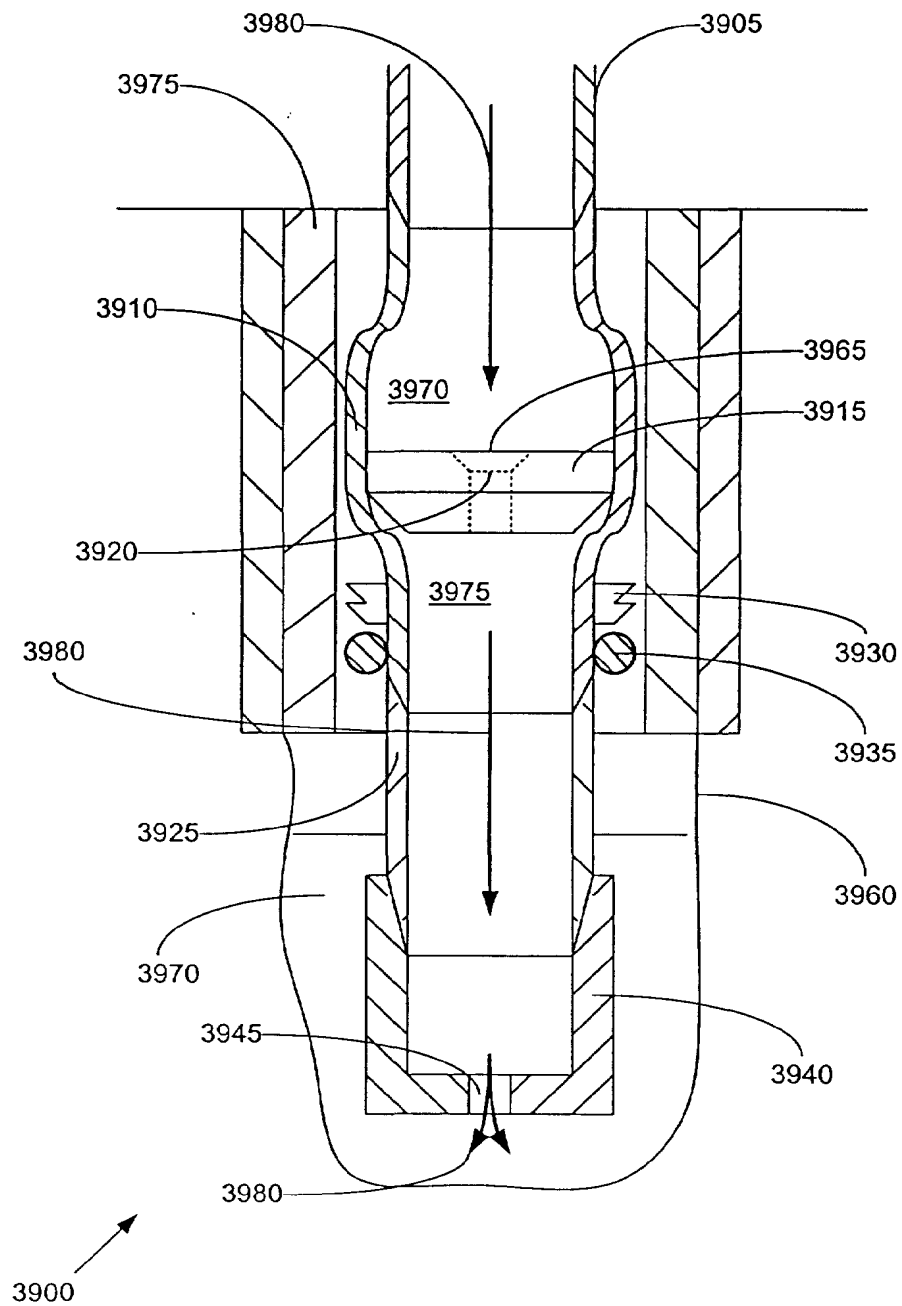


FIGUR 23B

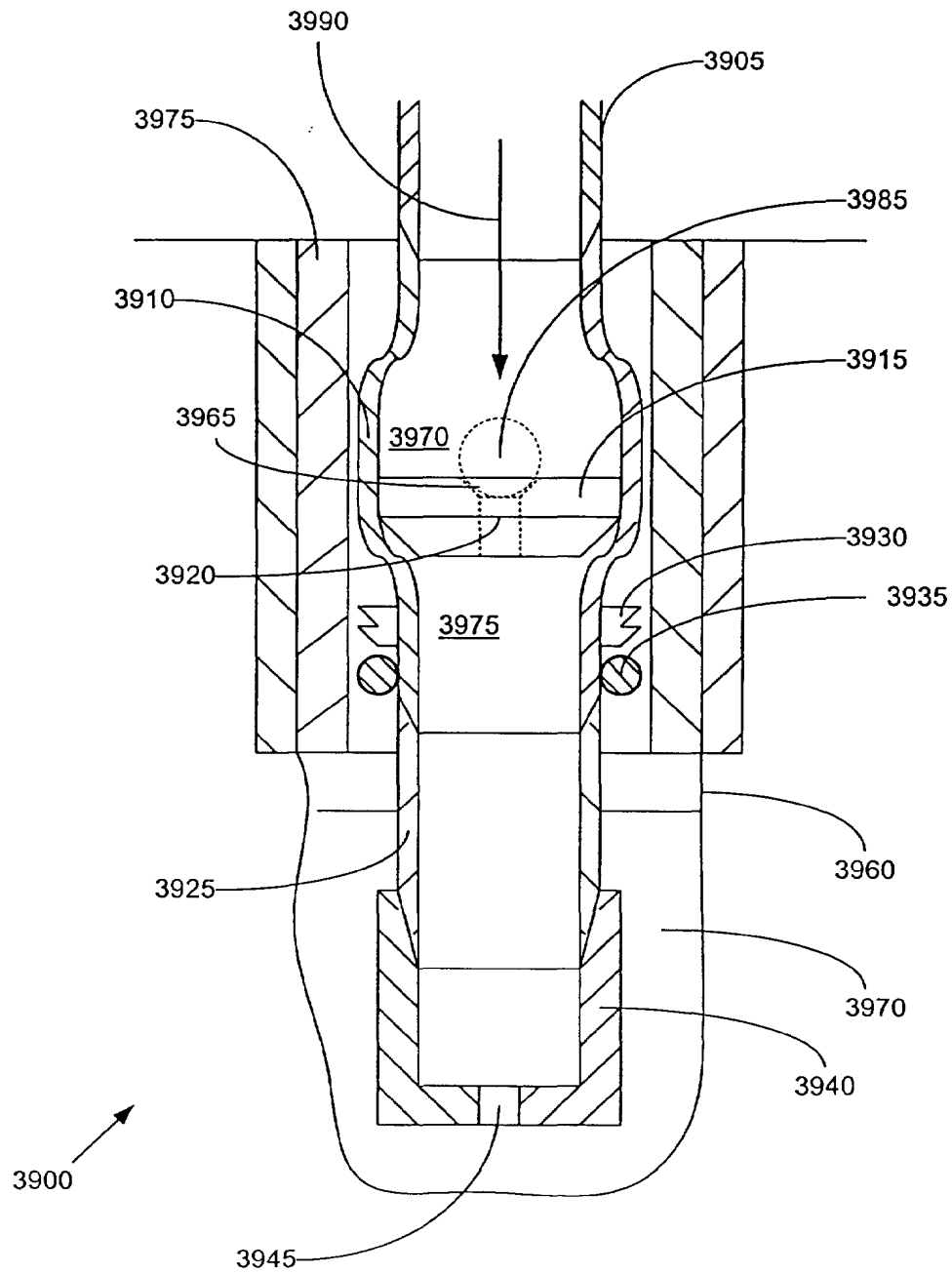


FIGUR 23C

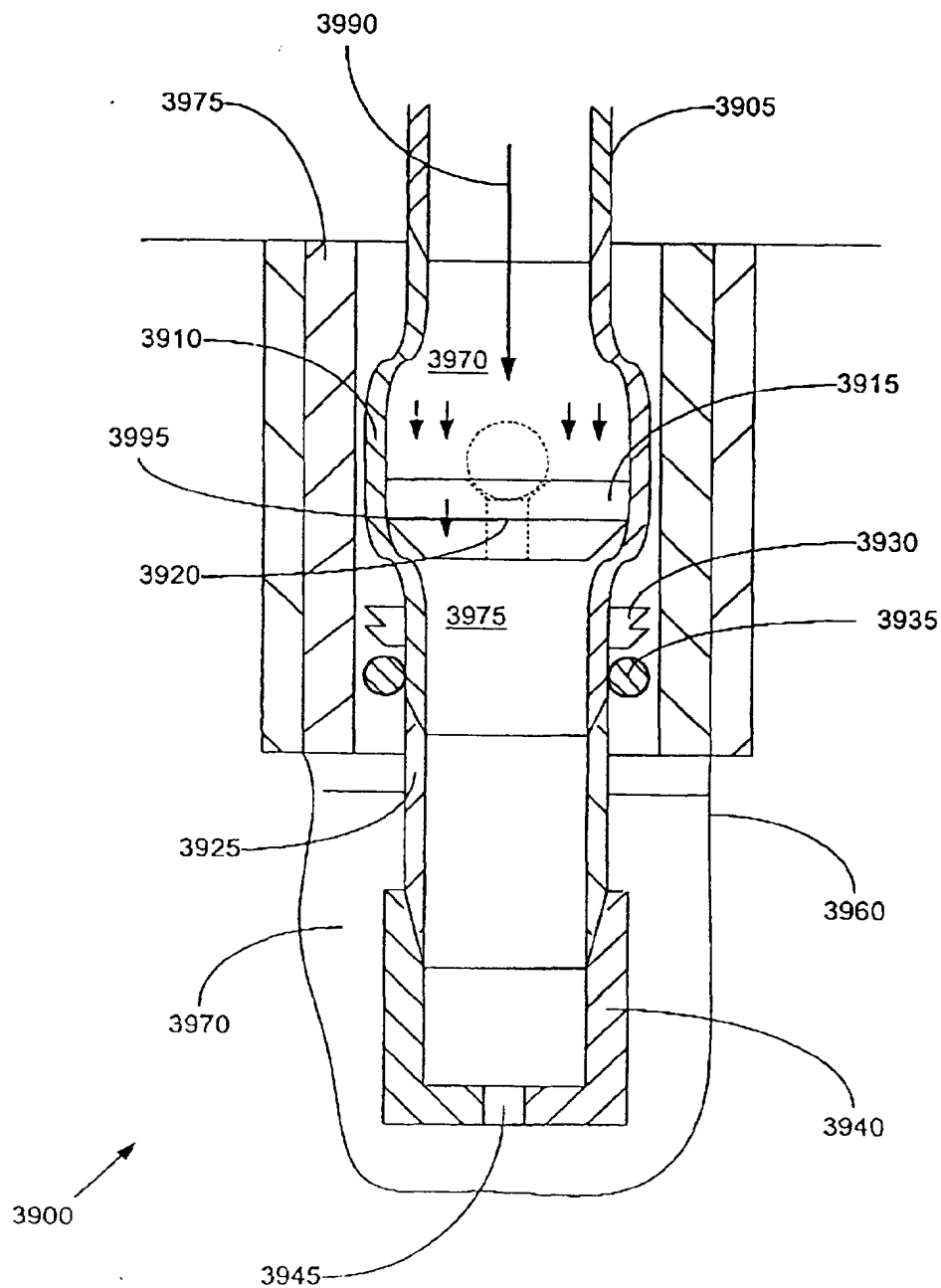




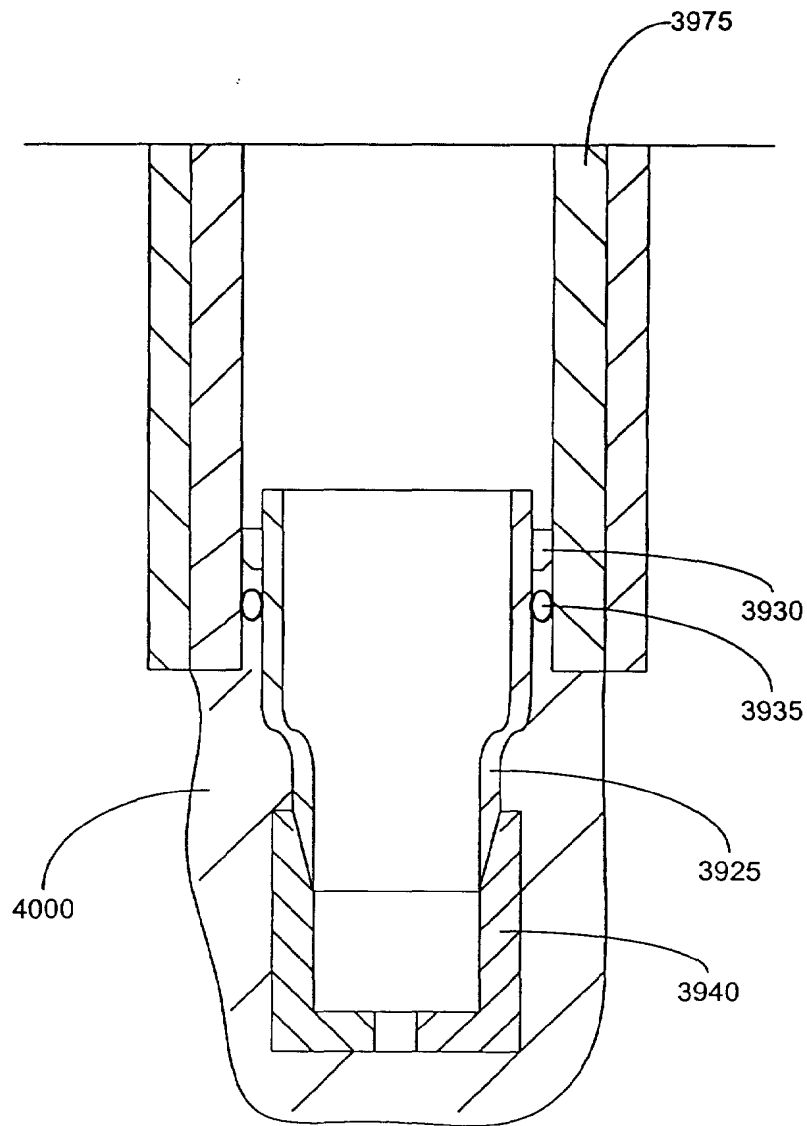
FIGUR 24B



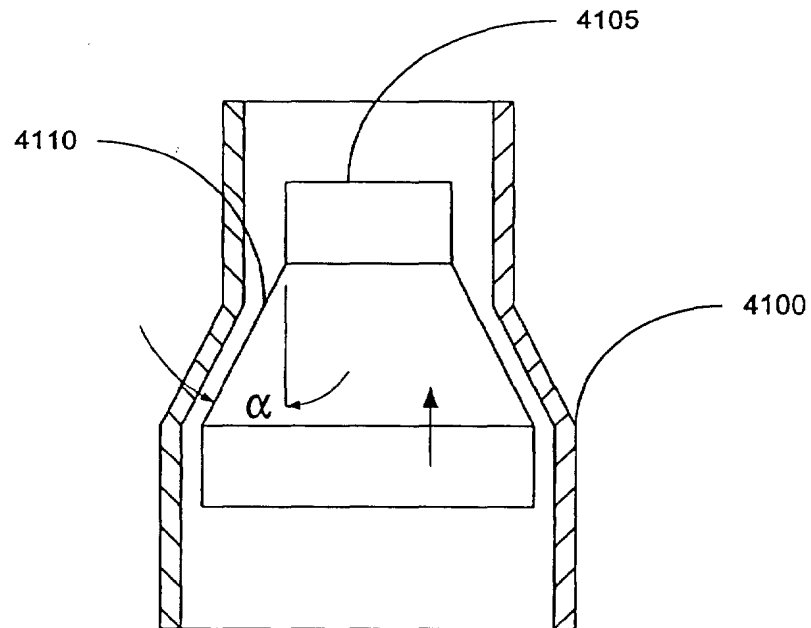
FIGUR 24C



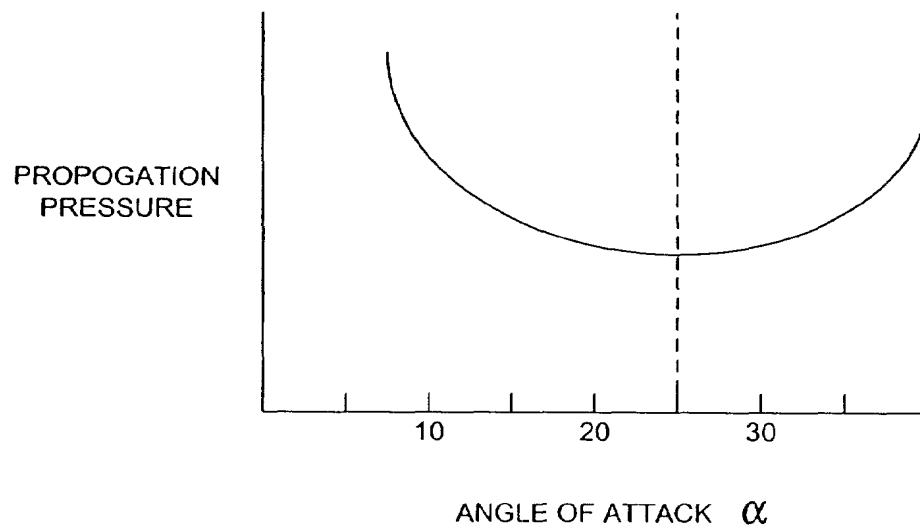
FIGUR 240



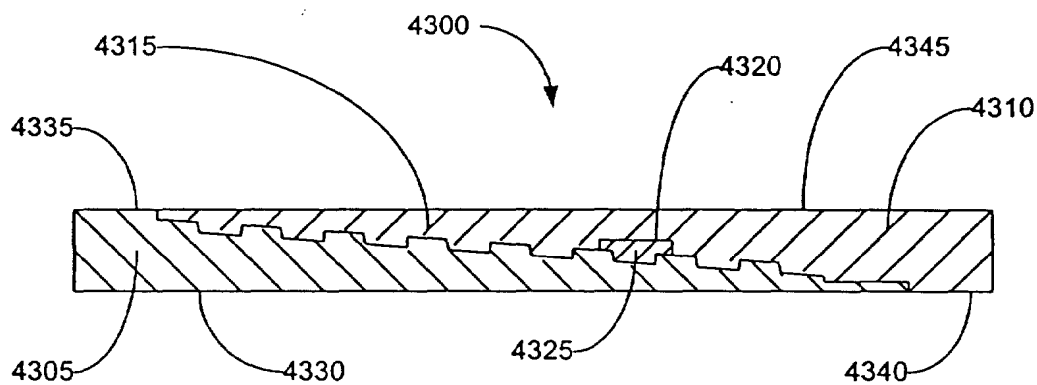
FIGUR 24E



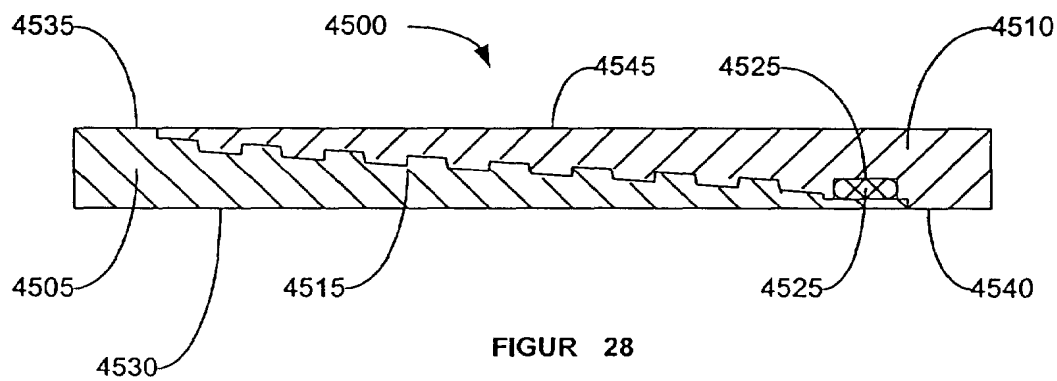
FIGUR 25



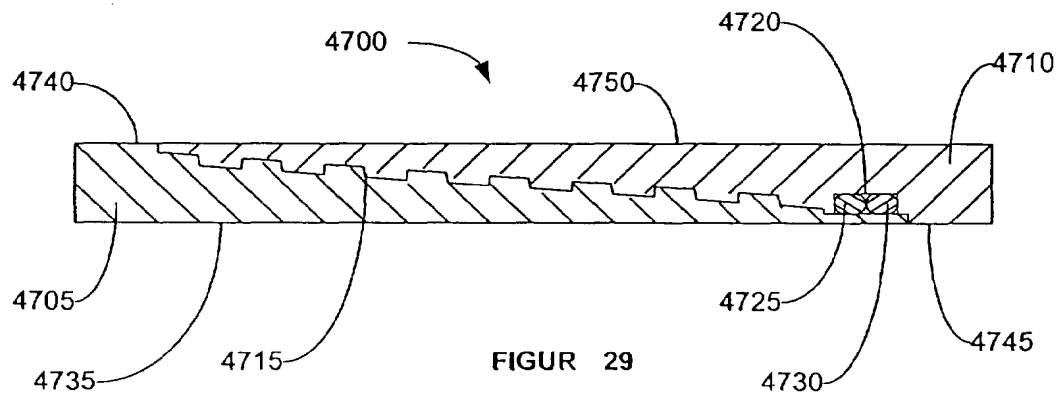
FIGUR 26



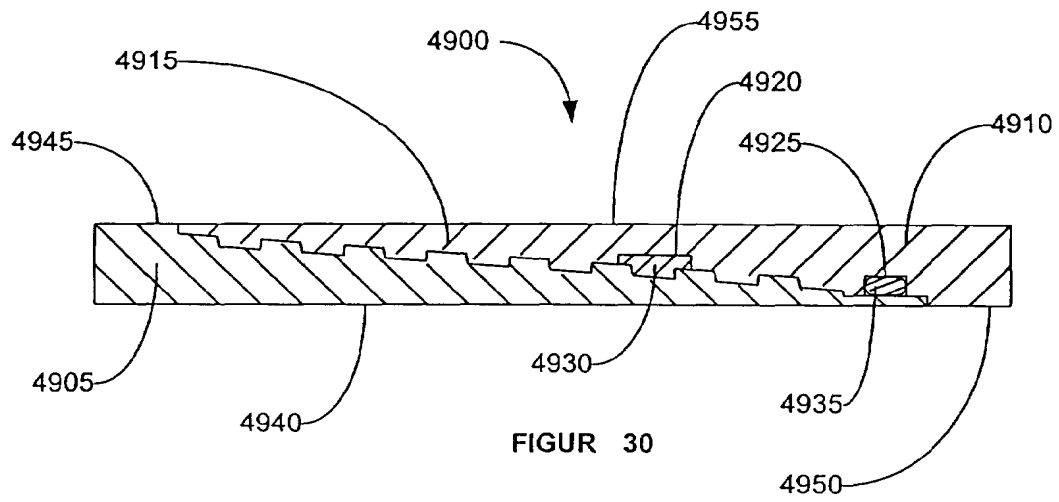
FIGUR 27

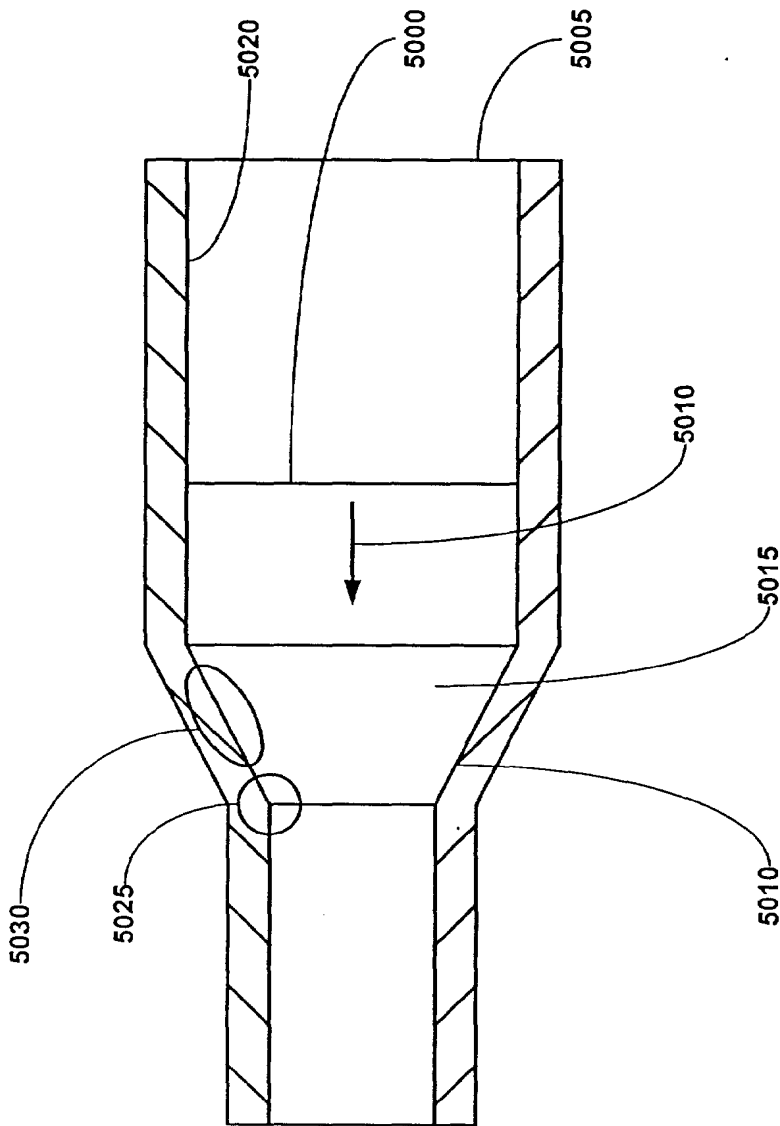


FIGUR 28

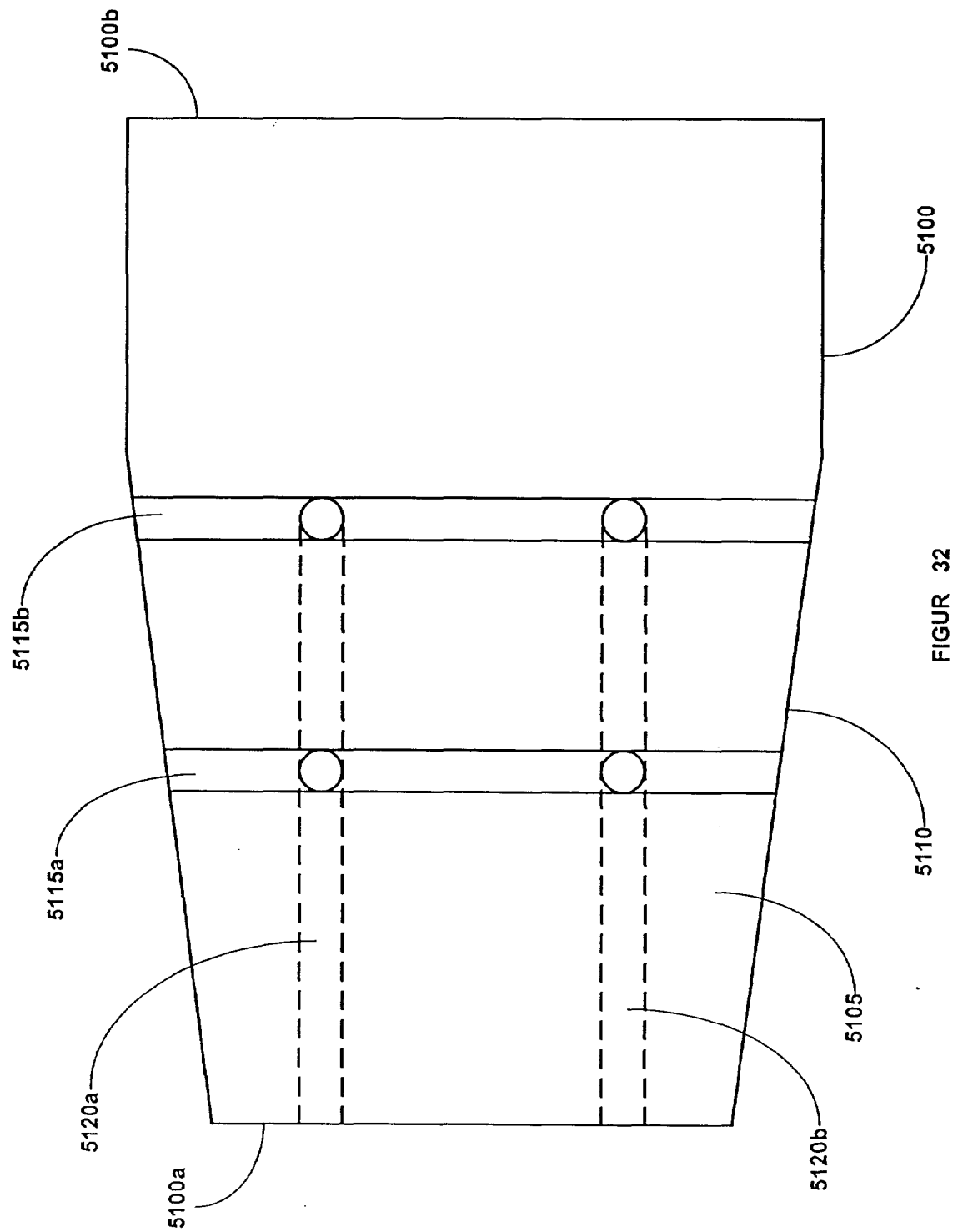


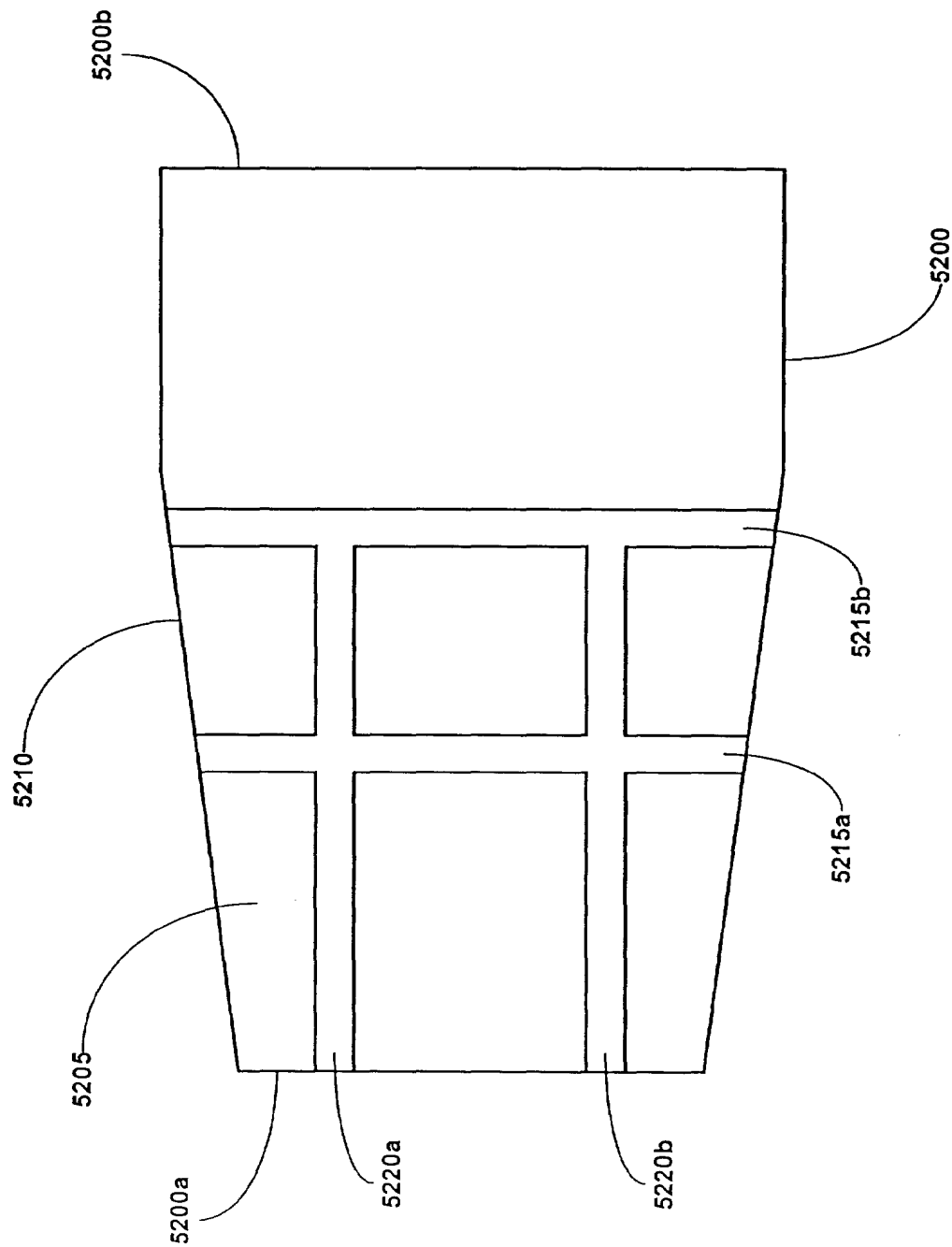
FIGUR 29



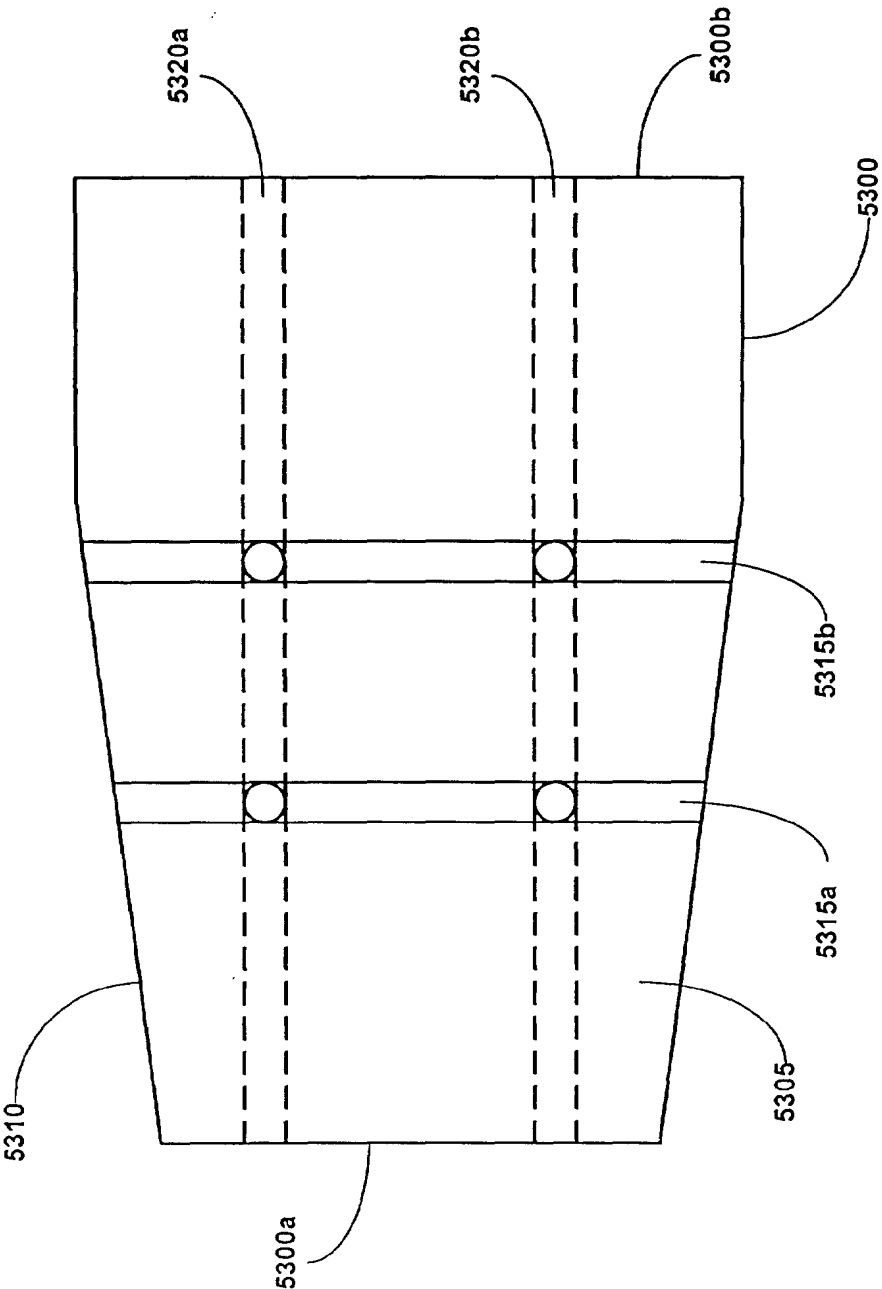


FIGUR 31

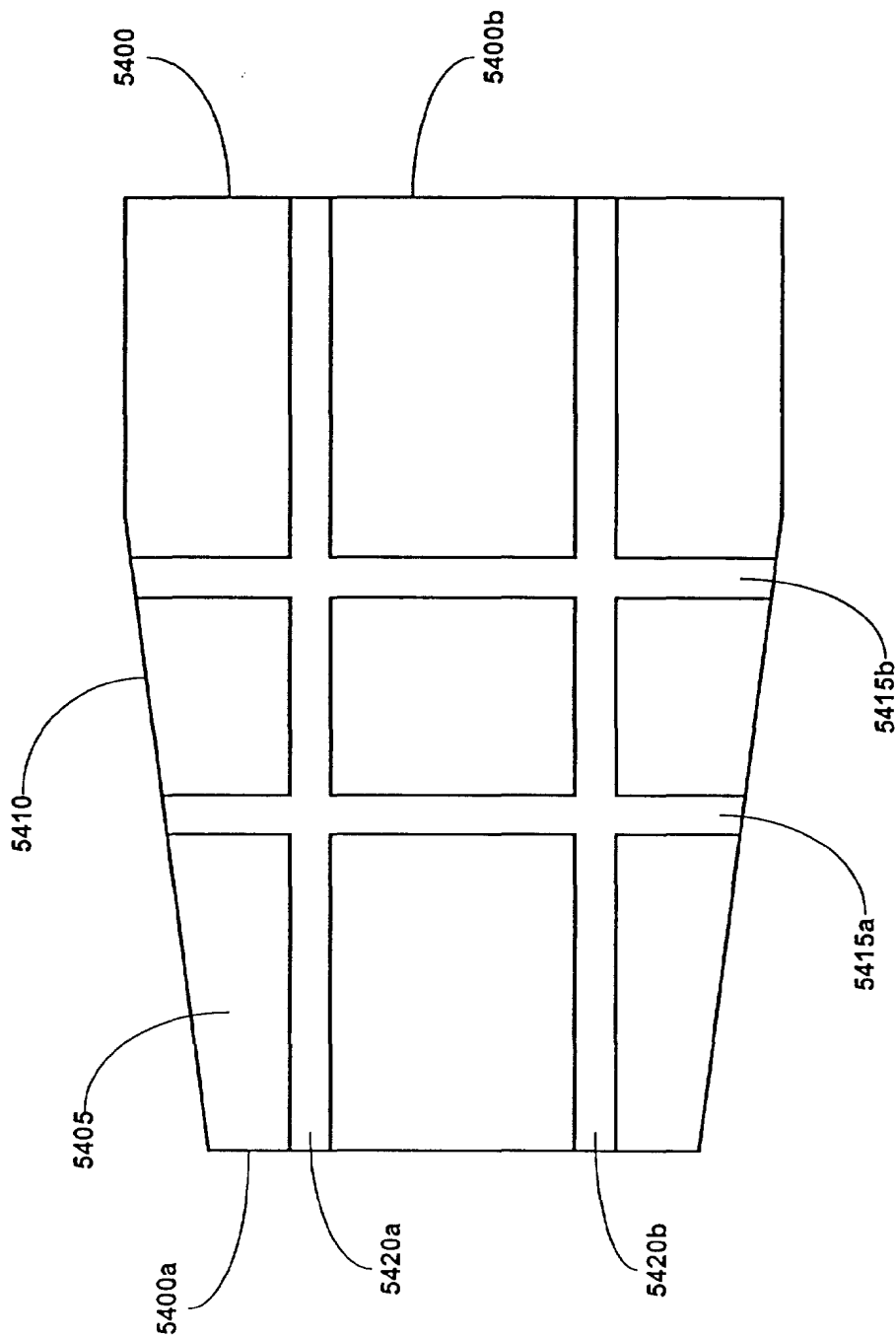




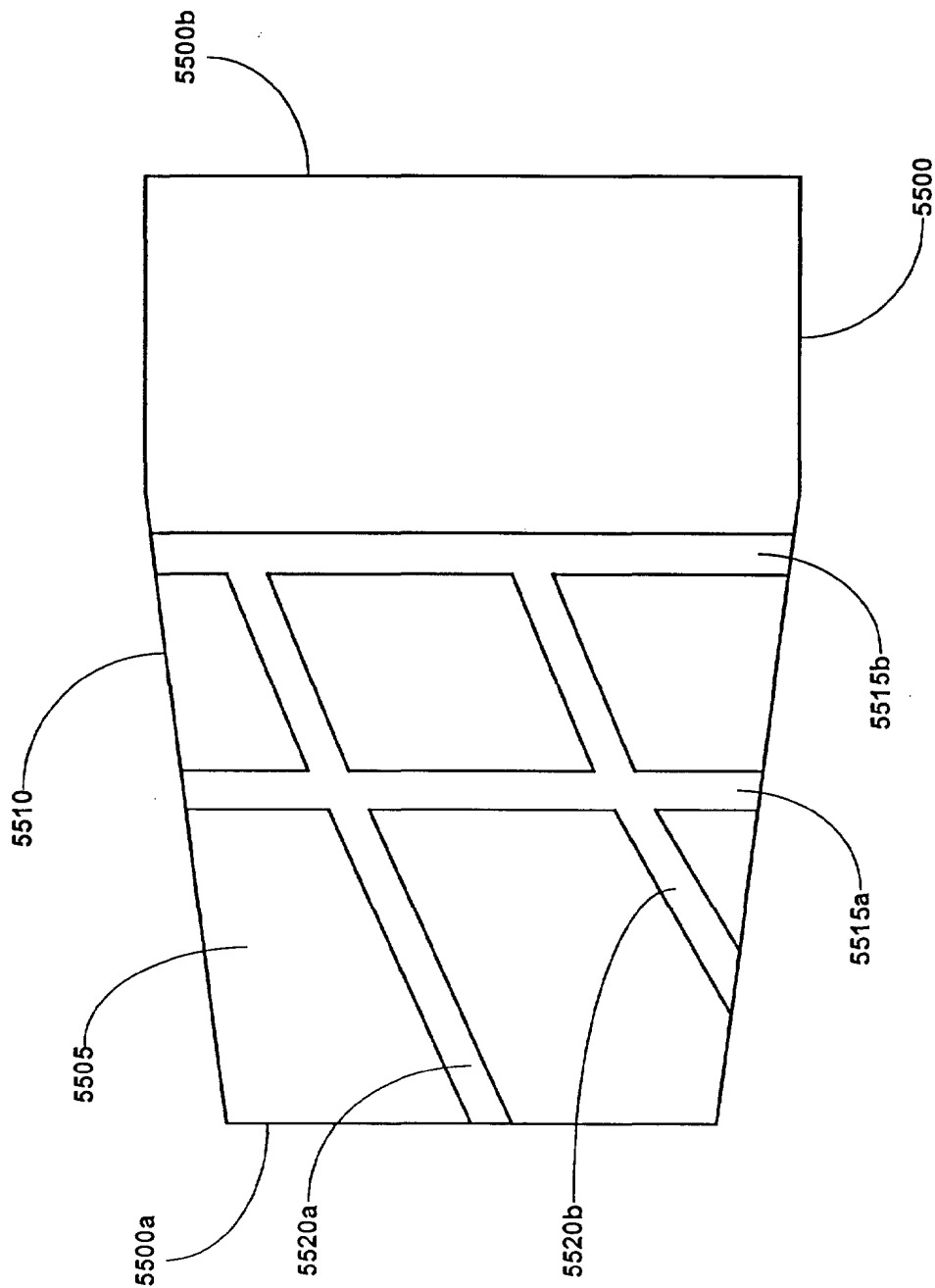
FIGUR 33



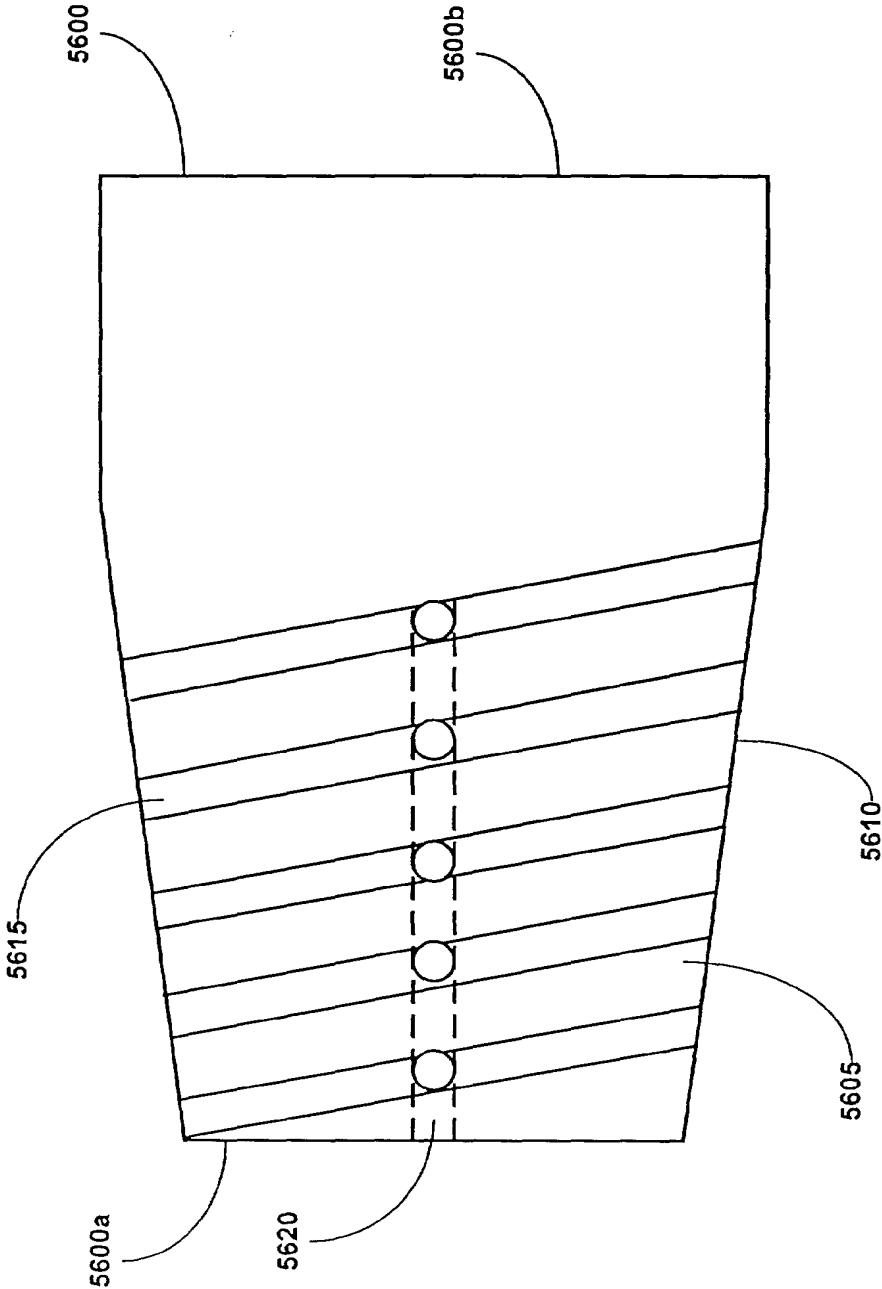
FIGUR 34



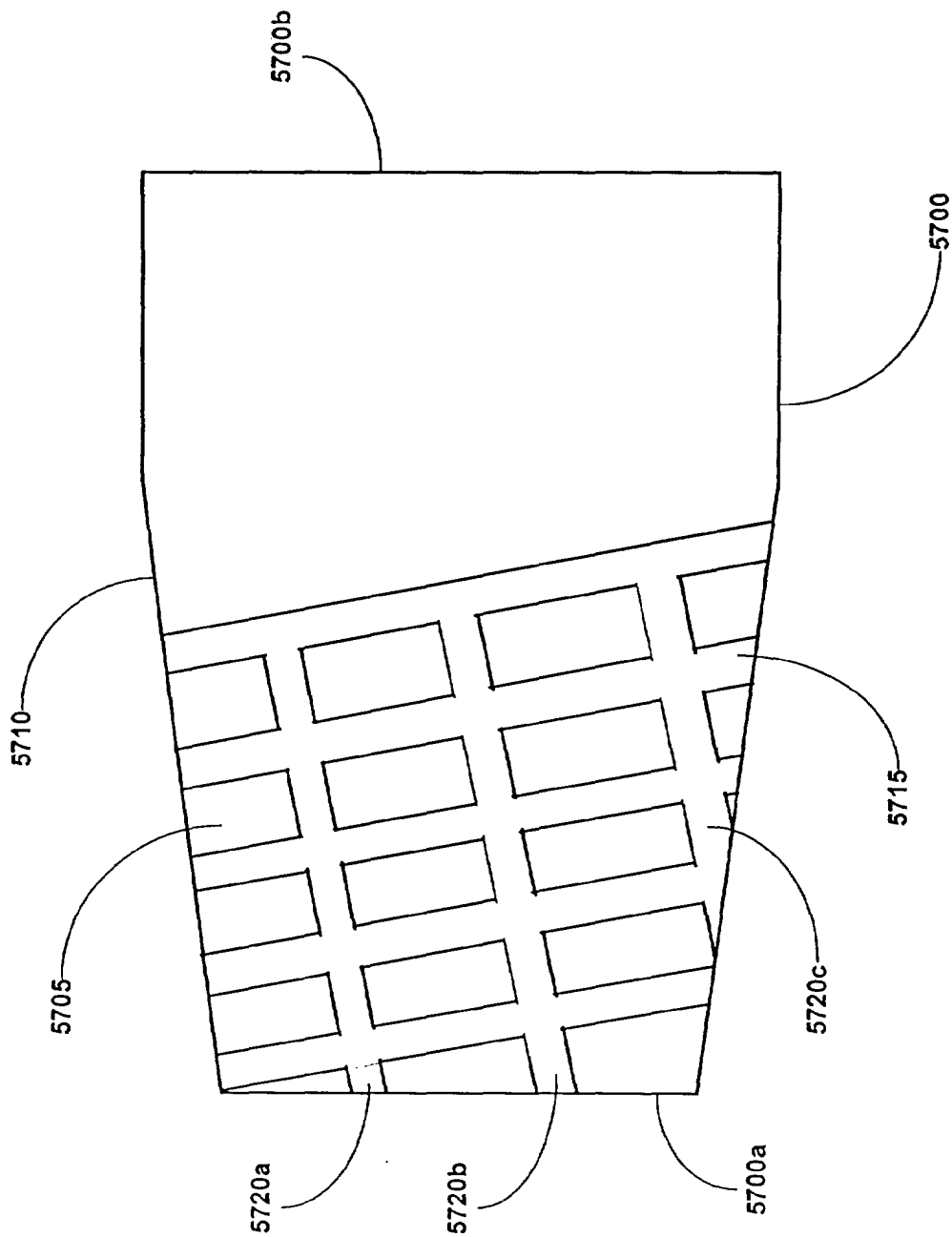
FIGUR 35



FIGUR 36



FIGUR 37



FIGUR 38

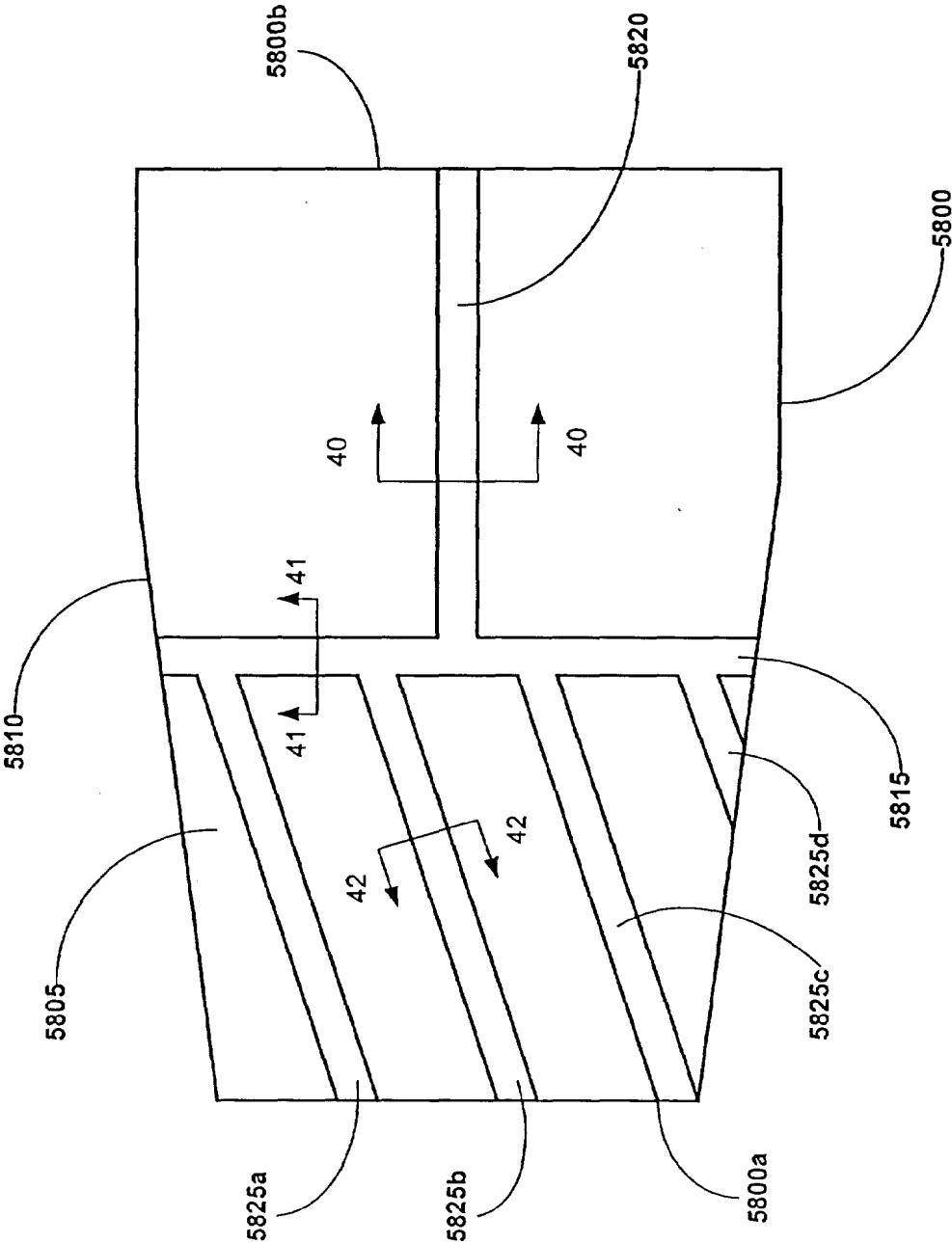
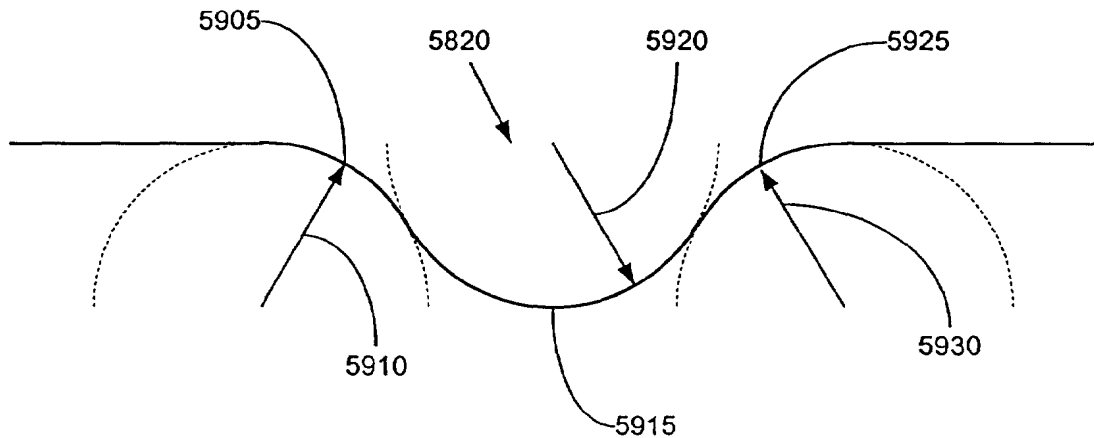
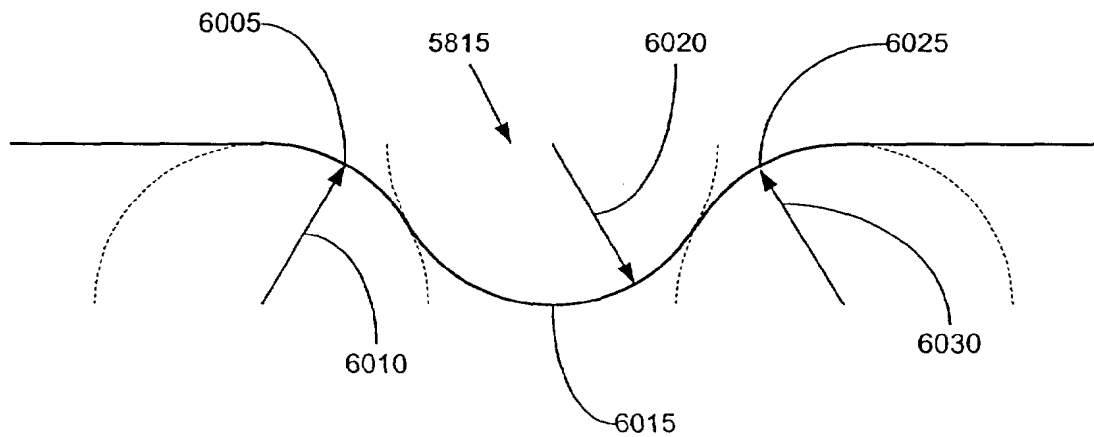


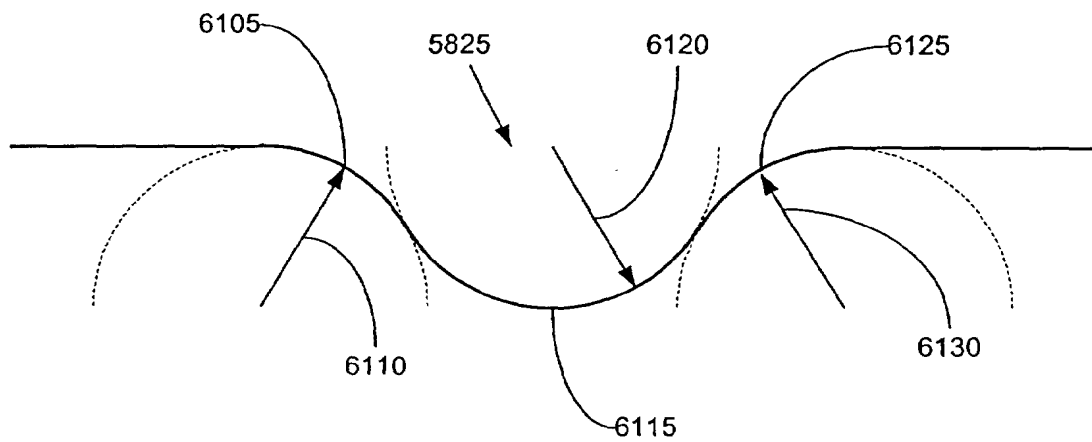
FIGURE 39



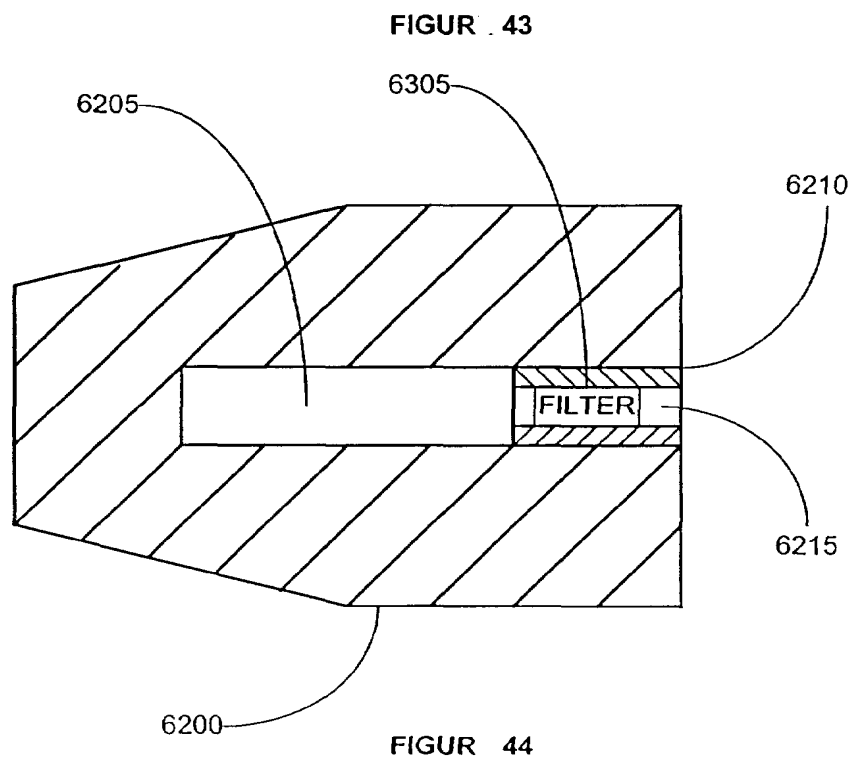
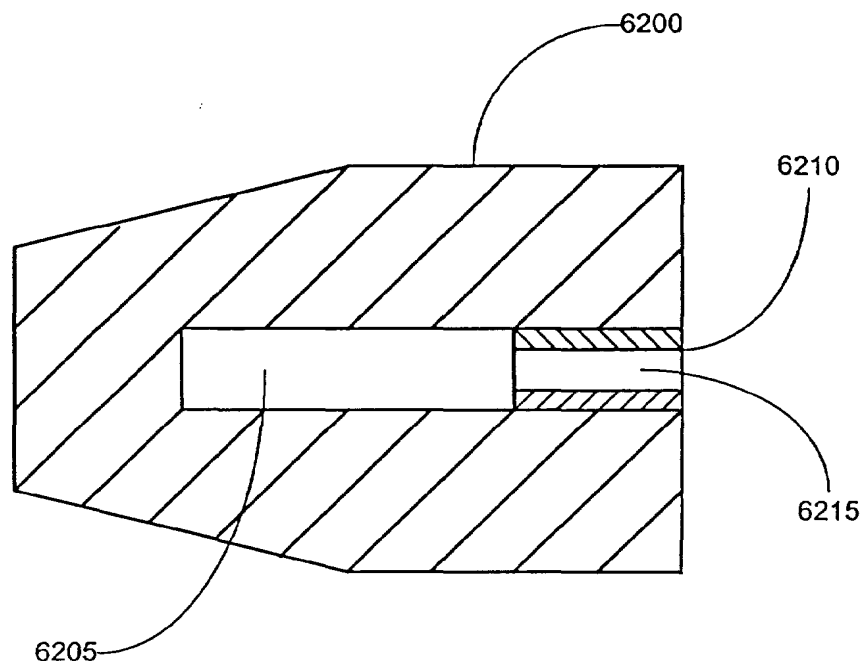
FIGUR 40

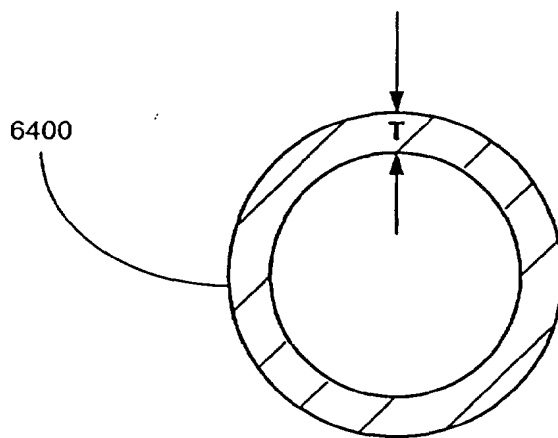


FIGUR 41

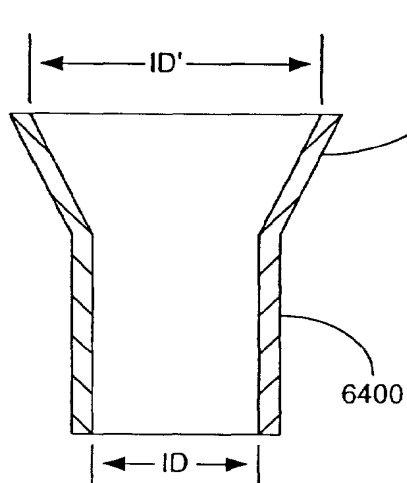


FIGUR 42

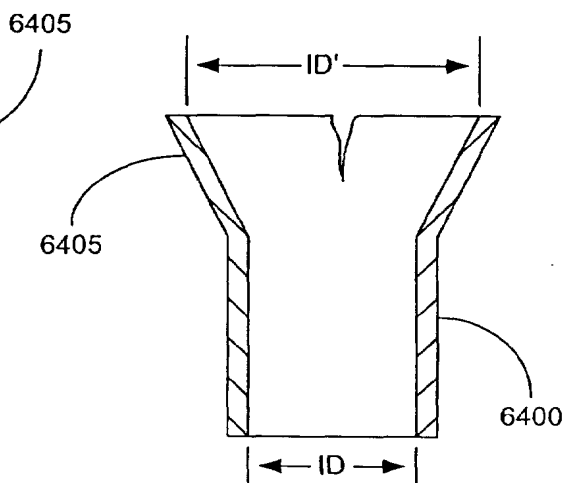




FIGUR 45



FIGUR 46



FIGUR 47